

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2011**

**LUKÁŠ VOLEJNÍK**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: B3107 Textil  
Studijní obor: Textilní marketing  
Zaměření: Marketing a technologie

**VYUŽITÍ PŘÍSTROJE QQM-3 V**  
**PRŮMYSLOVÉ PRAXI**

USE OF DEVICE QQM-3 AT INDUSTRIAL LEVEL

Lukáš Volejník

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Eva Moučková, Ph.D.

**Konzultant bakalářské práce:** Ing. Petra Jirásková

**Ostatní konzultanti:** prof. Ing. Petr Ursíny, DrSc.

**Rozsah práce:**

Počet stran.....85

Počet obrázků.....13

Počet tabulek.....29

Počet grafů.....41

Vložit zadání BP

### **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

### **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval všem, kdo mi pomohli při tvoření této bakalářské práce. Především bych chtěl poděkovat Ing. Evě Moučkové, Ph.D a Ing. Petře Jiráskové za jejich odborné vedení, rady, připomínky, čas a trpělivost, kterou mi věnovaly při psaní této bakalářské práce.

Dále bych také chtěl poděkovat své rodině, bez které by tato bakalářská práce nemohla vzniknout.

## ANOTACE

Cílem této bakalářské práce je ověřit a zhodnotit funkčnost přístroje QQM-3 v průmyslové praxi. QQM-3 je mobilní přístroj, který optickým způsobem měří průměr příze a stanoví její variabilitu:  $CV$  [%],  $U$  [%],  $CV$  [%] na různě dlouhých délkových úsečkách příze, orientačně vypočítá  $T$  příze, z naměřených dat vyhotoví spektrogram příze a určí počet silných a slabých míst. Přístroj QQM-3 umožňuje měření ve čtyřech modulech. Měření nestejnoměrnosti příze probíhalo ve firmě Kümpers Textil s.r.o na rotorových dopřádacích strojích. Na základě měření nestejnoměrnosti příze přístrojem QQM-3 v modulu *indikačního* měření byly vybrány jak zástupci spřádacích jednotek, kde byla přístrojem QQM-3 indikována výroba příze horší kvality z hlediska nestejnoměrnosti, tak zástupci jednotek vyrábějících přízi bez zhoršené kvality dle výsledku měření. Příze vyráběné vybranými jednotkami byly ještě v provozu firmy podrobeny měření v modulu *zdroj dat*. Pro potvrzení výsledků z provozního měření na přístroji QQM-3 byla příze odtahovaná ze zvolených spřádacích jednotek podrobena laboratornímu měření na UT 4SX a QQM-3. Závěr bakalářské práce se zabývá zhodnocením funkčnosti a uživatelských vlastností přístroje QQM-3.

### KLÍČOVÁ SLOVA :

Kvadratická nestejnoměrnost, spřádací jednotka, příze, interval spolehlivosti, Uster Tester 4SX, QQM-3, jemnost, zdroj dat.

## ANNOTATION

The main focus of this thesis is to test and assess the functionality of device QQM-3 at industrial level. QQM-3 is a mobile instrument, which measures the diameters of fibres by the means of optics and compares its variability:  $CV$  [%],  $U$  [%],  $CV$  [%] on fibres of random length, it approximately calculates  $T$  of the yarn, uses the measured data to create a spectrogram and counts the number of thin and thick irregularities. The device QMM-3 is able to measure in four modules. The testing of fibre's irregularities has taken place in the company Kümpers Textil s.r.o on rotor-based yarning machines. Based on the results of measured irregularities of the fibres by device QMM-3 set on the *indication* module some yarning units were found to be of lesser quality with more irregularity of the fibres and other units were found of higher quality according to the measurements results. Some fibres from concrete yarning units were also measured during the company's working hours using the module *data source*. To confirm the results obtained by QMM-3, the fibres from tested units were attained and taken for a laboratory testing by devices UT 4SX a QQM-3. The final chapter of the thesis summarizes the results and assesses the functionality and user interaction properties of the device QMM-3.

### KEY WORDS :

Quadratic irregularity, spinning unit, yarn, confidence interval, Uster Tester 4SX, QQM-3 , fineness, data source.

## OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>13</b>
<b>2. REŠERŠNÍ ČÁST .....</b>	<b>14</b>
2.1 Nestejnoměrnost příze .....	14
2.1.1 Vyjádření hmotové nestejnoměrnosti .....	14
2.1.1.1 Parametry hmotové nestejnoměrnosti .....	14
2.1.1.1.1 Kvadratická hmotná nestejnoměrnost $CV$ [%] .....	15
2.1.1.1.2 Lineární hmotná nestejnoměrnost $U$ [%] .....	15
2.1.1.1.3 Vztah mezi $CV$ [%] a $U$ [%] .....	15
2.1.1.1.4 Limitní hmotová nestejnoměrnost .....	15
2.1.1.1.5 Index nestejnoměrnosti $I$ [%] .....	17
2.1.1.1.6 Výrobní nestejnoměrnost $CV_f$ [%] .....	17
2.1.1.1.7 Strojová nestejnoměrnost $CV_m$ [%] .....	17
2.1.1.2 Charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti .....	18
2.1.1.2.1 Spektrogram .....	18
2.1.1.2.2 Délková variační křivka .....	20
2.2 Vady příze .....	20
2.3 Měření nestejnoměrnosti příze .....	21
2.3.1 Měřicí přístroj QQM-3 .....	22
2.3.2 Měřicí přístroj UT 4SX .....	25
2.3.3 OASYS® .....	26
2.4 Technologie výroby příze .....	26
2.4.1 Čištění, rozvolnění balíku .....	29
2.4.2 Mísení .....	29
2.4.3 Mykání .....	29
2.4.4 Posukování - protahování .....	30
2.4.5 Dopřádání .....	30
2.5 Použité metody zpracování statistických dat .....	32
<b>3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>34</b>
3.1. Postup měření .....	34
3.2. Parametry měřených přízí a nastavení strojů .....	36
3.3 Výsledky měření .....	36
3.3.1 Rotorový dopřádací stroj č. 3 .....	36
3.3.2 Rotorový dopřádací stroj č. 61 .....	41
3.3.3 Rotorový dopřádací stroj č. 1 .....	45
3.3.4 Rotorový dopřádací stroj č. 4 .....	49
3.3.5 Rotorový dopřádací stroj č. 7 .....	53
3.3.6 Rotorový dopřádací stroj č. 8 .....	58
3.4 Zhodnocení výsledků měření nestejnoměrnosti příze na rotorových dopřádacích strojích .....	62
3.5 Vady v přízi .....	63
3.5.1 Rotorový dopřádací stroj č. 4 .....	64
3.5.2 Rotorový dopřádací stroj č. 3 .....	65
3.5.3 Rotorový dopřádací stroj č. 61 .....	66
3.5.4 Rotorový dopřádací stroj č. 7 .....	67
3.5.5 Rotorový dopřádací stroj č. 8 .....	68
3.5.6 Rotorový dopřádací stroj č. 1 .....	69
3.5.7 Zhodnocení počtu vad v přízi .....	70
3.6 Porovnání naměřených hodnot z přístrojů QQM-3 a UT 4SX .....	70
<b>4. ZÁVĚR .....</b>	<b>73</b>
<b>5. POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>77</b>
<b>6. PŘÍLOHY .....</b>	<b>79</b>



## Seznam obrázků

Obr. 1 Druhy spekter ve spektrogramu [7] .....	18
Obr. 2 Ukázka charakteristického spektra na vlnové délce 20m .....	19
Obr. 3 Ukázka kupovitého spektra na vlnové délce 40-80m .....	20
Obr. 4 Ukázka DVK.....	20
Obr. 5 Principy měření nestejnomyšlosti příze.....	22
Obr. 6 Měřicí přístroj QQM-3.....	22
Obr. 7 Ukázka grafické podoby výsledků měření modulem indikace .....	24
Obr. 8 Schéma měření příze na UT 4SX [3].....	25
Obr. 9 Technologie výroby rotorové příze ve firmě Kümpers Textil s.r.o. ....	27
Obr. 10 Technologické zařízení firmy Kümpers Textil s.r.o pro výrobu rotorové příze[9].....	28
Obr. 11 Principy dopřádání.....	30
Obr. 12 Schéma rotorového dopřádacího stroje.....	31
Obr. 13 Správná pozice měřicího čidla a příze .....	63

## Seznam grafů

Graf 1. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 3, jednotky č.1 – 86.....	37
Graf 2. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 3, jednotky č. 87 - 172 .....	37
Graf 3. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 3, jednotka č. 196.....	37
Graf 4. Výsledky měření nestejnomyšlosti příze - rotorový dopřádací stroj č. 3 .....	38
Graf 5. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 63 rotorového dopřádacího stroje č. 3 .....	40
Graf 6. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 10 rotorového dopřádacího stroje č. 3 .....	40
Graf 7. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 16 rotorového dopřádacího stroje č. 3 .....	40
Graf 8. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 61, jednotky č.1 - 36 .....	42
Graf 9. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 61, jednotky č.36 – 72.....	42
Graf 10. Výsledky měření nestejnomyšlosti příze - rotorový dopřádací stroj č. 61 .....	43
Graf 11. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č.19 rotorového dopřádacího stroje č. 61 .....	44
Graf 12. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 34 rotorového dopřádacího stroje .....	44
č. 61.....	44
Graf 13. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 71 rotorového dopřádacího stroje .....	45
č. 61.....	45
Graf 14. Výsledky indikace 1. dopřádacího stroje, jednotky č.1 – 96 .....	46
Graf 15. Výsledky indikace 1. dopřádacího stroje, jednotky č. 97 – 192 .....	46
Graf 16. Výsledky měření nestejnomyšlosti příze - rotorový dopřádací stroj č. 1 .....	47
Graf 17. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 63 rotorového dopřádacího stroje .....	48
č.1 .....	48
Graf 18. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 178 rotorového dopřádacího stroje .....	48
č.1 .....	48
Graf 19. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 115 rotorového dopřádacího stroje .....	48
č. 1 .....	48
Graf 20. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 4, jednotky č.1 – 96.....	49
Graf 21. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 4, jednotky č. 97 – 192.....	49
Graf 22. Výsledky měření nestejnomyšlosti příze - rotorový dopřádací stroj č. 4 .....	50
Graf 23. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 86 rotorového dopřádacího stroje .....	52
č. 4.....	52
Graf 24. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 85 rotorového dopřádacího stroje č.4 .....	52
Graf 25. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 105 rotorového dopřádacího stroje .....	52
č. 4.....	52
Graf 26. Výsledky indikace poloviny dopřádacího stroje č. 7, jednotky č. 1 – 48 .....	54
Graf 27. Výsledky indikace poloviny dopřádacího stroje č. 7, jednotky 49 – 96 .....	54
Graf 28. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 7, jednotky č. 1 – 96.....	54
Graf 29. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 7, jednotky č. 96 -192 .....	54

Graf 30. Výsledky měření nestejnomyšnosti příze - rotorový dopřádací stroj č. 7 .....	55
Graf 31. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 35 rotorového dopřádacího stroje .....	57
č. 7.....	57
Graf 32. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 17, rotorového dopřádacího stroje .....	57
č. 7.....	57
Graf 33. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 92, rotorového dopřádacího stroje .....	57
č. 7.....	57
Graf 34. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 8, jednotky č. 1 – 108.....	58
Graf 35. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 8, jednotky č. 109 – 216.....	58
Graf 36. Výsledky měření nestejnomyšnosti příze - rotorový dopřádací stroj č.8 .....	59
Graf 37. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 75 rotorového dopřádacího stroje .....	61
č. 8.....	61
Graf 38. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 210 rotorového dopřádacího stroje .....	61
č. 8.....	61
Graf 39. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 187 rotorového dopřádacího stroje .....	61
č. 8.....	61
Graf 40. Nestejnomyšnost jednotlivých přízí na délkovém úseku UT 4SX [10mm] a QQM-3 [2mm].....	72
Graf 41. Detail grafu závislosti jemnosti příze na CV [%].....	72

## Seznam tabulek

Tab. 1 Podmínky měření příze na přístrojích QQM-3, UT 4.....	35
Tab. 2 Parametry měřených přízí a nastavení strojů .....	36
Tab. 3 Výsledky měření modulem <i>indikace</i> .....	36
Tab. 4 Výsledky měření nestejnomyšnosti příze - stroj č. 3.....	38
Tab. 5 Výsledky měření modulem <i>indikace</i> .....	41
Tab. 6 Výsledky měření nestejnomyšnosti příze – stroj č. 61 .....	42
Tab. 7 Výsledky měření modulem <i>indikace</i> .....	45
Tab. 8 Výsledky měření nestejnomyšnosti příze – stroj č. 1 .....	46
Tab. 9 Výsledky měření modulem <i>indikace</i> .....	49
Tab.10 Výsledky měření nestejnomyšnosti příze – stroj č. 4 .....	50
Tab. 12 Výsledky měření nestejnomyšnosti příze - dopřádací stroj č. 7.....	55
Tab. 13 Výsledky měření modulem <i>indikace</i> .....	58
Tab. 14 Výsledky měření nestejnomyšnosti příze - dopřádací stroj č. 8.....	59
Tab. 15 Naměřené počty vady v přízi - rotorový dopřádací stroj č. 4.....	64
Tab. 16 Naměřené vady v přízi na rotorovém dopřádacím stroji č. 3.....	65
Tab. 17 Naměřené vady v přízi - rotorový dopřádací stroj č. 61 .....	66
Tab. 18 Naměřené vady v přízi na rotorovém dopřádacím stroji č. 7 .....	67
Tab. 19 Naměřené vady v přízi na rotorovém dopřádacím stroji č. 8.....	68
Tab. 21 Porovnávání úsečky mezi UT 4SX a QQM-3 .....	70
Tab. 22 Výsledky korelačních koeficientů pro jednotlivé materiály .....	71
Tab. 23 Čísla měření .....	79
Tab. 24 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%] 10000 a QQM-3 CV[%] 10000.....	80
Tab. 25 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%] 1000 a QQM-3 CV[%] 1000.....	81
Tab. 26 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%] 3000 a QQM-3 CV[%] 3000.....	82
Tab. 27 Hodnoty pro výpočet závislosti CV na T .....	83
Tab. 28 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%] 10 a QQM-3 CV[%] 10.....	84
Tab. 29 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%] 10 a QQM-3 CV[%] 2.....	85

## Použité zkratky a symboly

$B$ .....	aritmeticky vypočtená limita kolem aritmetického průměru $R$
$BD$ .....	rotorový dopřádací stroj
$C$ .....	$CV_{lim}$ , které se nastavuje na terminálu PSION
$CV_{lim} [\%]$ .....	kvadratická limitní nestejnoměrnost
$CV[\%]$ .....	kvadratická hmotná nestejnoměrnost
$CV_{ef} [\%]$ .....	skutečně naměřená hodnota kvadratické nestejnoměrnosti
$d_v [\text{tex}]$ .....	střední jemnost vlákna
$d_v [\mu\text{m}]$ .....	střední průměr vlákna
$e$ .....	přírozený logaritmus
$I [1]$ .....	index nestejnoměrnosti
$IS$ .....	interval spolehlivosti
$L$ .....	délka integrovaného úseku
$KTT-TUL$ .....	katedra textilních technologií-Technická univerzita v Liberci
$\overline{m}$ .....	střední hodnota hmoty
$m(l)$ .....	je okamžitá hodnota hmoty délkového úseku
$N$ .....	počet měření
$n'$ .....	počet vláken v průřezu příze
$Obr$ .....	obrázek
$OE$ .....	anglicky (open end), volný konec
$P(n')$ .....	pravděpodobnost výskytu $n'$ v průřezu příze
$PDS$ .....	prstencový dopřádací stroj
$QQM-3$ .....	Quick Quality Measuring (rychlé měření příze)
$R$ .....	průměr ze všech naměřených hodnot $CV [\%]$
$s$ .....	směrodatná odchylka
$T [\text{tex}]$ .....	jemnost
$Tab$ .....	tabulka
$T_p [\text{tex}]$ .....	střední jemnost příze
$T_v [\text{tex}]$ .....	střední jemnost vlákna

$t_{\alpha/2(n-1)}$ .....	příslušný kvantil studentova rozdělení
$U[\%]$ .....	lineární nestejnoměrnost
$U_{ef} [\%]$ .....	skutečně naměřená hodnota lineární nestejnoměrnosti
$U_{lim} [\%]$ .....	lineární limitní nestejnoměrnost
$UT\ 4SX$ .....	Uster Tester 4SX
$v_d [\%]$ .....	variační koeficient průměru vlákna
$v_p [\%]$ .....	variační koeficient průřezu vlákna
$\bar{x}$ .....	aritmetický průměr ( střední hodnota )
$\bar{x}(n')$ .....	aritmetický průměr počtu vláken
$x_i$ .....	hodnoty jednotlivých měření
$\chi^2_{\alpha/2}(v_3), \chi^2_{1-\alpha/2}(v_4)$ .....	příslušné kvantily $\chi^2$
$\lambda$ .....	parametr Poissonova rozdělení
$\sigma^2(n')$ .....	rozptyl počtu vláken

# 1. ÚVOD

V dnešní době velké konkurence je těžké se prosadit. Zvláště to platí v textilním průmyslu, kdy textilní trhy zaplavují levné výrobky z východu. Textilní přádelná má tedy za úkol jediné: vyrobit co nejkvalitnější přízi (jedním z měřítek kvality příze je její nestejnoměrnost), a to co nejproduktivněji. Pro kvalitní tkaninu i pleteninu je velmi důležitá příze odpovídající jakosti, mechanických a fyzikálních vlastností.

Aby se dosahovalo vysoké kvality příze, a tedy i výsledné plošné textilie, je nutné kontrolovat kvalitu příze v celém procesu její výroby. Pouze častým kontrolováním nestejnoměrnosti příze, a tedy možností včasného zásahu do výrobní technologie lze zabezpečit stejnoměrnost příze odpovídající požadavkům zákazníka. Měřit nestejnoměrnost příze lze dvěma různými principy. Prvním principem je kapacitní, který využívá např. firma Uster Technologies AG s přístrojem UT 4SX. UT 4SX je laboratorní měřicí přístroj, který měří např.: hodnoty  $CV$  [%],  $U$  [%],  $CV$  [%] na různě dlouhých délkových úsečkách, počet vad v přízi. Druhým principem je optický, který využívá např. mobilní měřicí přístroj QQM-3, vyvinutý firmou VÚB a.s. Ústí nad Orlicí. Tento přístroj byl vyvinut pro rychlou analýzu kvality příze. Za krátký časový úsek lze *indikačním* modulem proměřit celý doprácovací stroj a zjistit tak informativně kvalitu (z hlediska nestejnoměrnosti) vypřádané příze. Pro podrobnější analýzu příze jsou používány jiné měřicí moduly, v kterých QQM-3 měří např.: hodnoty  $CV$  [%],  $U$  [%],  $CV$  [%] na různě dlouhých délkových úsečkách, počet vad v přízi a orientačně určí  $T$  [tex] příze.

Cílem bakalářské práce je ověřit funkčnost, spolehlivost QQM-3 v průmyslové praxi. V podniku Kümpers Textil, s.r.o. se testoval měřicí přístroj QQM-3 na přízích z jednotlivých doprácacích strojů. Jednotlivé příze byly proměřovány přístrojem QQM-3 jak v podniku, tak následně v laboratoři KTT TUL souběžně na přístrojích QQM-3 a UT4 SX. Souběžné měření mělo za úkol porovnat výsledky měření  $CV$  z obou přístrojů.

## 2. REŠERŠNÍ ČÁST

### 2.1 Nestejnoměrnost příze

Nestejnoměrnost příze je jedním z velmi důležitých faktorů, který ovlivňuje variabilitu vlastností příze (např. pevnost, zákrut). Pro dosažení výsledné příze s nízkou nestejnoměrností je nutné mít vlákenné produkty z jednotlivých technologických operací co nejstejněmější. Nejčastějšími způsoby zajišťování hmotové nestejnoměrnosti jsou technologické operace regulace a družení [1].

Nestejnoměrnost příze je definována jako kolísání hmoty/průměru vláken v průřezu nebo v určitých délkových úsecích délkového vlákenného útvaru. Je nejčastěji způsobena nedokonalostí výroby, náhodným rozložením vláken v průřezu délkové vlákenné textilie a náhodným charakterem vláken [2].

#### 2.1.1 Vyjádření hmotové nestejnoměrnosti

##### Parametry hmotové nestejnoměrnosti

- lineární hmotová nestejnoměrnost  $U$  [%]
- kvadratická hmotová nestejnoměrnost  $CV$  [%]
- kvadratická limitní nestejnoměrnost  $CV_{lim}$  [%]
- index nestejnoměrnosti  $I$  [1]
- výrobní nestejnoměrnost  $CV_f, U_f$  [%]
- strojová nestejnoměrnost  $CV_m, U_m$  [%]
- deviation rate  $DR(x,y)$  [%]

##### Charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti

- Spektrogram
- Délková variační křivka (DVK)

#### 2.1.1.1 Parametry hmotové nestejnoměrnosti

Vyjádření pomocí parametrů udává číselnou hodnotu hmotové nestejnoměrnosti, nelze ale z parametrů určit příčinu hmotové nestejnoměrnosti [7].

### 2.1.1.1.1 Kvadratická hmotná nestejnomyěrnost CV [%]

Je to variační koeficient hmotnosti příze mezi stejně dlouhými délkovými úseky. Lze jej stanovit na různých délkových úsečkách vlákenného útvaru. V praxi je toto vyjádření hmotové nestejnomyěrnosti nejčastěji používané.

Je definována:

$$CV = \frac{100}{m} \cdot \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 dl} \quad (1)$$

### 2.1.1.1.2 Lineární hmotná nestejnomyěrnost U [%]

"Udává střední lineární odchylku od střední hodnoty hmotnosti délkového úseku vlákenného útvaru"[2].

Je definována:

$$U [\%] = \frac{100}{m} \cdot \frac{1}{L} \cdot \int_0^L |m(l) - \bar{m}| dl \quad (2)$$

$m(l)$ ..... okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku

$\bar{m}$  ..... střední hodnota hmotnosti délkového úseku

$L$ ..... délka úseku

### 2.1.1.1.3 Vztah mezi CV [%] a U [%]

V případě, že rozdělení odchylek hmotnosti odpovídá normálnímu rozdělení, platí mezi kvadratickou a lineární nestejnomyěrností přepočítávací vztah:

$$CV = 1,25U \quad (3)$$

### 2.1.1.1.4 Limitní hmotová nestejnomyěrnost

Vzhledem k náhodnému rozložení vláken v průřezu vlákenného útvaru a vlastní variabilitě vláken nelze vyrobit absolutně stejnoměrnou přízi. Limitní nestejnomyěrnost je minimální možná nestejnomyěrnost. Této hodnoty lze dosáhnout pouze výpočtem, v praxi se nedá vyrobit.

K určení limitní nestejnomyěrnosti se užívá *Martindaelův* vztah, který zanedbává variabilitu průřezu vláken.

$$CV_{\lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Vztah pro lineární limitní nestejnoměrnost:

$$U_{\lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

$n$ .....počet vláken

Vzorce (4,5) platí pouze v případě, že vlákenný útvar je tvořen pouze vlákny geometricky a rozměrově shodnými. Tento vzorec nelze použít pro řadu přírodních vláken, která se vyznačují svou vlastní hmotovou nestejnoměrností. Lze ji vyjádřit pomocí variačních koeficientů:

$v_d$  .....variační koeficient průměru vlákna [%]

$v_p$  .....variační koeficient průřezu vlákna [%]

Po aplikaci výše zmíněných variačních koeficientů zahrnujících průměr, průřez vlákna se získají vzorce:

$$CV_{\lim} = \frac{100 \sqrt{1 + \left( \frac{v_p}{100} \right)^2}}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

$$CV_{\lim} = \frac{100 \sqrt{1 + 0,0004 v_d^2}}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

Vztah pro lineární limitní nestejnoměrnost:

$$U_{\lim} = \frac{80 \sqrt{1 + 0,0004 v_d^2}}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

$$U_{\lim} = \frac{80 \sqrt{1 + \left( \frac{v_p}{100} \right)^2}}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

### Limitní nestejnoměrnost směsové příze

Vzhledem k obsahu práce nebude tento vzorec uváděn. Lze ho dohledat v příslušné literatuře - viz [6].



### 2.1.1.1.5 Index nestejnoměrnosti $I$ [%]

Hodnot limitní nestejnoměrnosti se využívá k porovnání míry nestejnoměrnosti délkového vlákenného útvaru s reálnou naměřenou nestejnoměrností. Podíl naměřené nestejnoměrnosti a limitní nestejnoměrnosti se nazývá *index nestejnoměrnosti*  $I$ .

V ideálním případě by byla hodnota *indexu nestejnoměrnosti*  $I=1$ . Vzhledem k nemožnosti vyrobit absolutně stejnoměrný vlákenný útvar bude vždy  $I \geq 1$ .

$$I = \frac{U_{ef}}{U_{lim}} \quad (10)$$

$$I = \frac{CV_{ef}}{CV_{lim}} \quad (11)$$

$U_{ef}, CV_{ef}$  .....skutečně naměřená hodnota nestejnoměrnosti délkového vlákenného útvaru,

$U_{lim}, CV_{lim}$  .....limitní lineární (kvadratická) nestejnoměrnost [%],

$I$  .....index nestejnoměrnosti [6].

### 2.1.1.1.6 Výrobní nestejnoměrnost $CV_f$ [%]

Tato nestejnoměrnost je způsobena různými vlivy, s výjimkou náhodného rozložení vláken. Jedná se o nestejnoměrnost způsobenou technologií výroby resp. strojním zařízením.

$$CV_f = \sqrt{CV_{ef}^2 - CV_{lim}^2} \quad (12)$$

$CV_{ef}$  .....skutečná kvadratická nestejnoměrnost [%],

$CV_{lim}$  .....limitní kvadratická nestejnoměrnost [%].

### 2.1.1.1.7 Strojová nestejnoměrnost $CV_m$ [%]

Jedná se o nestejnoměrnost, kterou do délkového vlákenného produktu vložil určitý stroj.

$$CV_m = \sqrt{CV_{fn}^2 - CV_{fn-1}^2} \quad (13)$$

$CV_{fn}$  .....výrobní nestejnoměrnost na výstupu ze stroje [%],

$CV_{fn-1}$  .....výrobní nestejnoměrnost na vstupu do stroje [%],[6],[7].

## Deviation rate $DR(x,y)[\%]$

Vzhledem k obsahu práce nebude tento vzorec uváděn. Lze ho dohledat v příslušné literatuře - viz [7].

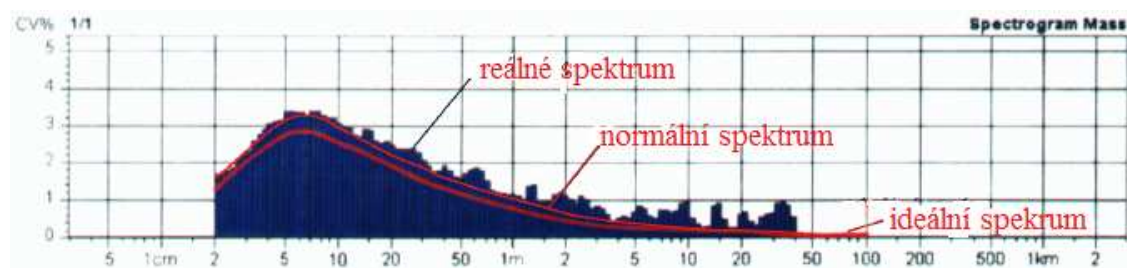
### 2.1.1.2 Charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti

Vyjádření hmotové nestejnoměrnosti pomocí charakteristických funkcí umožňuje identifikaci příčiny zvýšené hmotové nestejnoměrnosti [7].

#### 2.1.1.2.1 Spektrogram

Spektrogram zachycuje periodicky se opakující nestejnoměrnosti. Je definován jako: "Amplitudový záznam jednotlivých harmonických složek kolísání hmoty přádelnického produktu v závislosti na dekadickém logaritmu vlnové délky periodické nestejnoměrnosti"[1].

Druhy spekter ve spektrogramu:



Obr. 1 Druhy spekter ve spektrogramu [7]

Existují 3 druhy spekter:

1. ideální spektrum - tento průběh spektra by měl vláknový délkový útvar, kdyby  $CV$  bylo rovno  $CV_{lim}$ .
2. normální spektrum - tento průběh spektra má bezchybná příze.
3. reálné spektrum- tento průběh spektra má skutečně naměřená nestejnoměrnost příze.

Ve spektrogramu se periodická nestejnoměrnost projevuje jako:

### **Charakteristické spektrum (mechanická závada stroje)**

Charakteristické spektrum se ve spektrogramu projevuje jako amplituda, která je výrazně vyšší než amplitudy sousední ("komíny"). Charakteristické spektrum způsobuje mechanická závada stroje.

Charakteristické spektrum je vyhodnocováno, pokud je výška amplitudy větší minimálně o 50% než amplituda sousední a nachází se na vlnové délce  $\lambda \approx 2m$ . Pokud se charakteristické spektrum objevilo na vlnové délce  $\lambda \approx 2m$ , je vyhodnocováno, pokud je amplituda vyšší minimálně o 100% než amplitudy sousední [6].

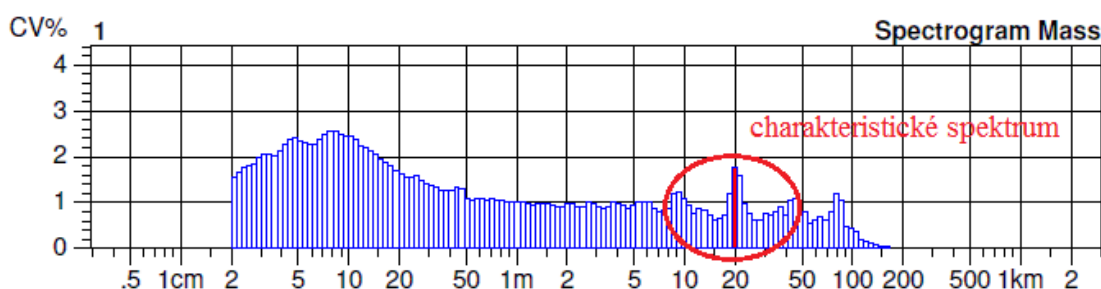
Metoda identifikace vadné součásti stroje je založena na předpokladu, že vada má stejnou frekvenci, jako je frekvence součásti zanášející vad. Vypočítají se otáčky, jaké měla rotující součást stroje, která způsobila periodickou nestejnoměrnost produktu:

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} \quad (14)$$

$n_f$  ... frekvence vadného dílu stroje [1/min]

$v$  ... výstupní rychlost produktu ze stroje [m/min]

$\lambda_f$  ... vlnová délka extrémní amplitudy ve spektrogramu [m]



Obr. 2 Ukázka charakteristického spektra na vlnové délce 20m

### **Kupovité spektrum**

Formou kupovitých spekter ("kopce") se ve spektrogramu projevují průtahové vlny viz obr. 3. Jedná se o nedokonalou kontrolu vláken v průtahovém poli.

Pro identifikaci vadných průtahových polí se užívá vzorec:

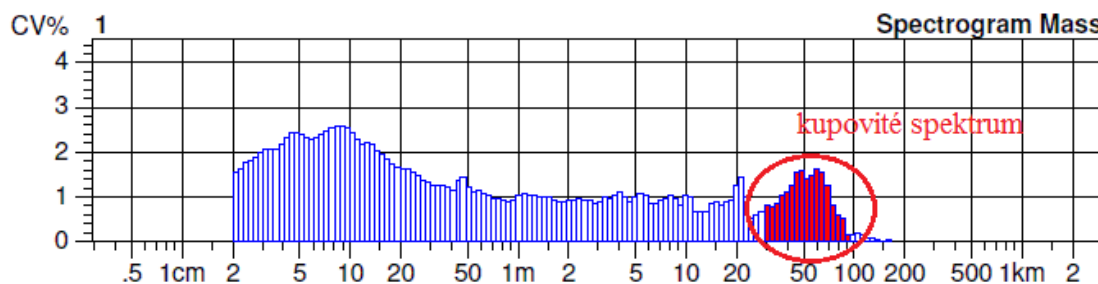
$$\lambda_m = k \cdot \bar{l} \cdot P \quad (15)$$

$\lambda_m$  .....střední vlnová délka extrémní amplitudy kupovitého spektra [m],

$k$  .....empirická konstanta,

$\bar{l}$  .....střední délka vlákna,

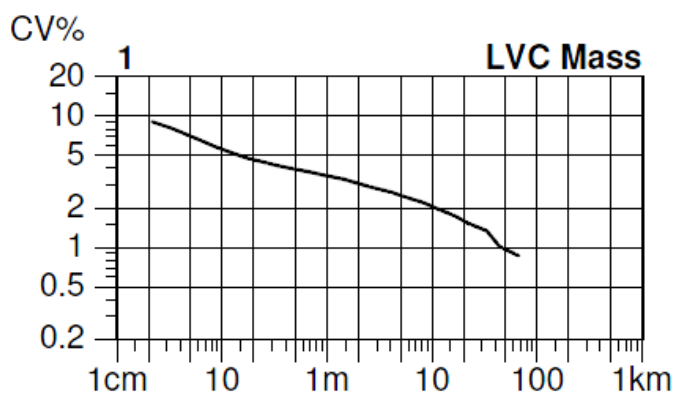
$P$  .....průtah po vadném poli [7].



Obr. 3 Ukázka kupovitého spektra na vlnové délce 40-80m

#### 2.1.1.2.2 Délková variační křivka

Délková variační křivka (dále pouze DVK), představuje závislost vnější hmotové nestejnoměrnosti na délce úseku vlákenného produktu. Výsledná DVK zobrazuje neperiodickou nestejnoměrnost [6]. Metoda vyhodnocení DVK je popsána v příslušné literatuře - viz [7].



Obr. 4 Ukázka DVK

## 2.2 Vady příze

Na délkovém vlákenném útvaru se vyskytují tyto druhy vad:

1. Silná místa
2. Slabá místa
3. Nopky

Druh a četnost vad je dalším měřítkem pro kvalitu příze. Typ a počet vad na délkovém vlákenném útvaru má velký význam pro další technologické zpracování i pro výslednou kvalitu plošné textilie.

### **Slabá místa**

Jsou taková místa, kde průměr/hmota vlákenného útvaru klesne pod určitou kontrolní hranici. Běžně se jedná o hranici -50 % (na UT 4SX lze sledovat i jiné kontrolní hranice).

### **Silná místa**

Jsou taková místa, kde průměr/hmota vlákenného útvaru vzroste nad určitou kontrolní mez. Běžně se jedná o hranici + 50%. (na UT 4SX lze sledovat i jiné kontrolní hranice).

### **Nopky**

Jsou to taková místa, kde průměr/hmota délkového vlákenného útvaru vzroste v příčném řezu minimálně o 140%, viz [3]. Vzrůst hmoty/průměru je na úseku 1 - 4 mm. U rotorové příze se obvykle sleduje počet nopků na hranici 280%.

Nopky zhoršují vzhled a mechanické vlastnosti plošných textilií. Mimoto nopky jisté velikosti mohou způsobovat technologické problémy na tkacích strojích. Lze je rozdělit do dvou základních kategorií:

1. Materiálové nopky.
2. Nopky vznikající výrobní technologií [3].

## **2.3 Měření nestejnoměrnosti příze**

Nestejnoměrnost příze lze měřit dvěma způsoby:

### **1. kapacitní princip**

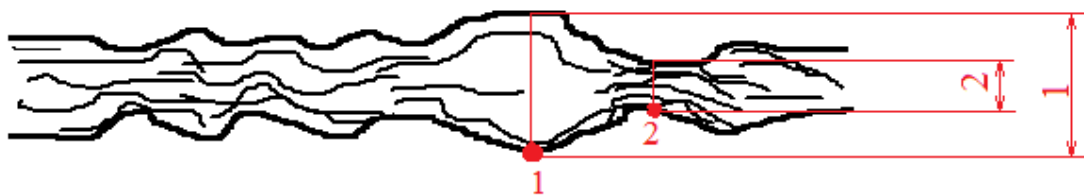
Mezi zástupce kapacitního principu měření nestejnoměrnosti příze patří přístroj UT 4SX.

### **2. optický princip**

Do této kategorie patří např. měřicí přístroje QQM-3 a OASYS®.

Odlišnost principů měření u přístrojů QQM-3 a UT 4SX vede k odlišným výsledným hodnotám. Přístroj QQM-3 měří přízi v optickém režimu, zohledňuje tedy pouze kolísání průměru délkového vlákenného útvaru. Naopak UT 4SX měří přízi v

hmotnostním režimu, zohledňuje tedy pouze kolísání hmoty délkového vlákenného útvaru.



Obr. 5 Principy měření nestejnoměrnosti příze

### Případ 1

Přístroj QQM-3 vyhodnotí místo **1** jako silné místo. Optický režim v přístroji QQM-3 zaznamená pouze tvar příze – nárůst průměru příze.

UT 4SX místo **1** vyhodnotí jako slabé místo. Kapacitní režim nezaznamenává průměr příze, ale vnitřní strukturu příze – zde úbytek hmoty vláken.

### Případ 2

Přístroj QQM-3 vyhodnotí místo **2** jako slabé místo. UT 4SX vyhodnotí místo **2** jako silné místo.

## 2.3.1 Měřicí přístroj QQM-3

QQM-3 je mobilní měřicí přístroj vyvinutý firmou VÚB a.s pro rychlou analýzu kvality nestejnoměrnosti příze. Přístroj měří nestejnoměrnost příze v optickém režimu na hmotnostní přepočítává. Skládá se z měřící hlavy, v níž je umístěno opto - elektrické čidlo a měřící terminál PSION. Měřící hlava je propojena s terminálem PSION pomocí kabelu RJ-6. Toto propojení umožňuje online vyhodnocování výsledků a základní zobrazení naměřených hodnot na terminálu. Pro podrobnější zpracování dat je možné propojit PSION s PC.

1. měřící čidlo
2. terminál PSION
3. nabíjecí jednotka s přídavným akumulátorem
4. konvertor TTL-RS232
5. kabel RJ-6



Obr. 6 Měřicí přístroj QQM-3 [4]

## **Snímací hlava**

Popis:

Měřicí hlava se před každým měřením musí kalibrovat. Ve chvíli kdy se jednotka kalibruje, musí být měřicí šterbina volná. Při chybné kalibraci naměřená data neodpovídají skutečnému stavu příze.

Měření:

Při samotném měření je nutné, aby měřicí hlava směřovala kolmo na přízi. Je nutné se vyvarovat pohybu měřicí hlavy během měření, výsledné hodnoty pak nemusejí odpovídat skutečnosti.

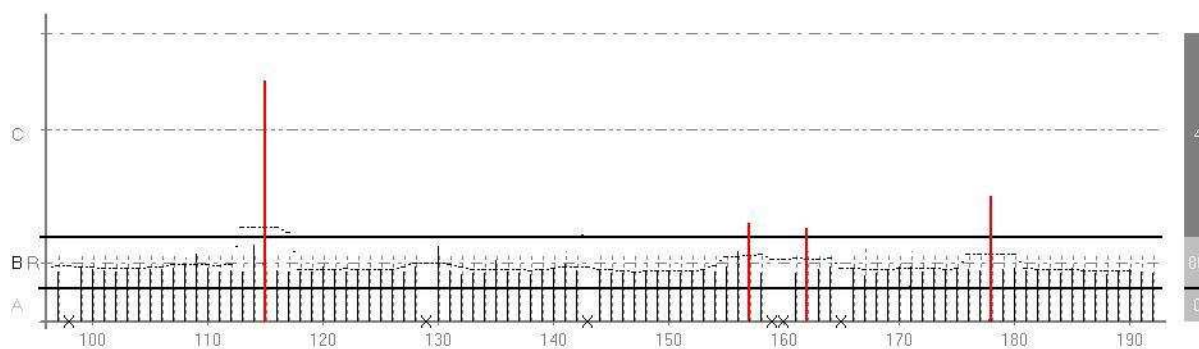
Snímací hlava používá dvoukanálové infračervené čidlo s vlastní diagnostikou. Tento typ čidla není při měření ovlivňován okolní vlhkostí vzduchu ani barvou příze. Na měřicí hlavě jsou tři diody, z nichž každá má tři stavy: svítí, nesvítí, bliká. Kombinace těchto diod a jejich stavů signalizuje určité stavy přístroje QQM-3 - viz. manuál přístroje [4].

## **Typy měření na přístroji QQM 3**

QQM-3 umožňuje měření ve 4 režimech:

### **Indikace**

Funkce *indikace* slouží pro rychlé odhalení spřádacích jednotek, kde je vyráběna příze zhoršené kvality z hlediska nestejnoměrnosti. Pokud je  $CV$  [%] příze z některé spřádací jednotky vyšší než vypočítaný 95% interval spolehlivosti střední hodnoty  $CV$  [%] příze ze všech spřádacích jednotek, je označena jako chybně spřádající. Toto měření je velmi rychlé, proměří se 10m příze. Výsledkem *indikačního* měření je graf, který podle číselné hodnoty  $CV$  [%] indikuje spřádací jednotky vhodné k další kontrole viz. obr.7. Měření *indikací* lze jako jediné přerušit a znovu v něm pokračovat.



Obr. 7 Ukázka grafické podoby výsledků měření modulem indikace

Vysvětlivky ke grafu:

$R$ : je aritmetický průměr vypočtený ze všech naměřených hodnot  $CV$  [%].

$B$ : je vypočtená limita kolem aritmetického průměru  $R$ . Pokud je hodnota  $CV$  [%] vyšší než limita, je spřádací jednotka označena za chybně spřádající. Limita se vypočítá jako 95% interval spolehlivosti střední hodnoty z naměřených  $CV$  [%] příze ze spřádacích jednotek.

$C$ : je  $CV_{lim}$  [%], které si nastavuje uživatel na terminálu PSION. Nejedná se zde o

$CV_{lim}$  [%] vypočtenou dle *martidaleova* vztahu.

Číselné hodnoty na pravé straně grafu určují, kolik spřádacích jednotek se ocitá v daném intervalu.

## Měření

Funkce *měření* podává o přízi podrobné informace:  $CV$  [%],  $U$  [%] a  $CV$  na různých délkových úsečkách. V tomto měření nelze pokračovat jako u indikace, jde o samostatné měření.

## Analýza

Jde o měření podobné funkci *měření*, ale zde je navíc vypočítaný spektrogram.

## Zdroj dat

Tento druh měření se užívá v případě, když se neočekávají okamžité výsledky v provozu. Vzhledem k náročnosti výpočtu spektrogramu, který trvá několik minut, by to obsluhu QQM 3 zdržovalo. Zdroj dat je tedy určen pro následné vyhodnocování na PC.



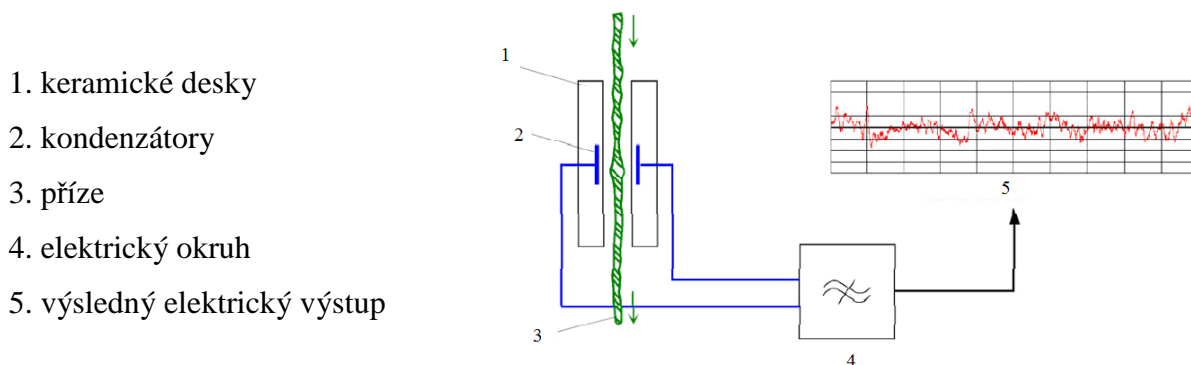
Výstupem z měřicího přístroje jsou:

1. Hodnoty  $CV$  [%],  $U$  [%],  $CV$  na různě dlouhých délkových úsečkách zobrazené buď v optickém, nebo hmotnostním režimu. Pro přepočet z optických  $CV$  na hmotnostní  $CV$  je použita empirická konstanta 1,365.
2. Orientačně určí  $T$  příze.
3. Počet silných, slabých míst a nopků.
4. Spektrogram příze[4].

### 2.3.2 Měřicí přístroj UT 4SX

Je to laboratorní přístroj pro měření např.: hmotné nestejnoměrnosti, identifikaci počtu vad v přízi. Po přidání příslušných optických senzorů lze měřit další parametry příze (např.: chlupatost).

Princip měření: Mezi deskami kondenzátoru je generováno vysokofrekvenční pole. Se změnou hmoty příze mezi keramickými deskami se změní i výstupní elektrický signál. Výsledkem je kolísání elektrického signálu v závislosti na procházející hmotě příze. Tento analogový signál je převeden na digitální.



Obr. 8 Schéma měření příze na UT 4SX [3]

Výstupem z měřicího přístroje UT 4SX jsou např.:

1. Hodnoty  $CV$  [%],  $U$  [%],  $CV$  na různě dlouhých délkových úsečkách.
2. Počet silných, slabých míst a nopků.
3. Spektrogram příze.
4. Chlupatost (pouze s přidavným optickým senzorem).
5. Histogram[3].

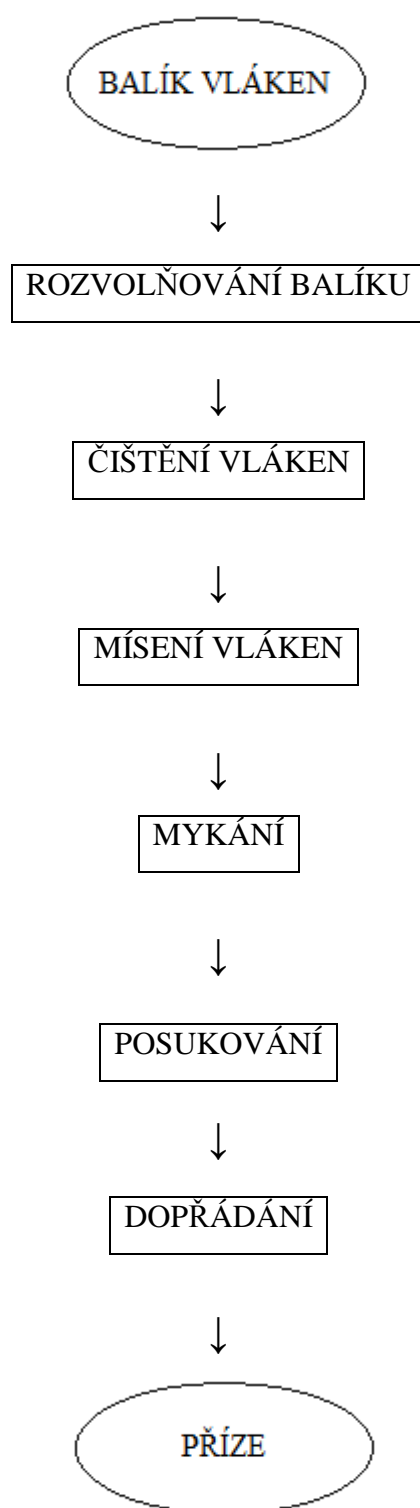
V proměřovaném délkovém vlákenném útvaru mají při průchodu keramickými deskami molekuly vody svojí hmotnost. Vlhkost v délkovém vlákenném útvaru by ovlivnila výsledky měření. Je proto nutné vzorky před měřením umístit na předepsanou dobu v klimatizované komoře.

### **2.3.3 OASYS®**

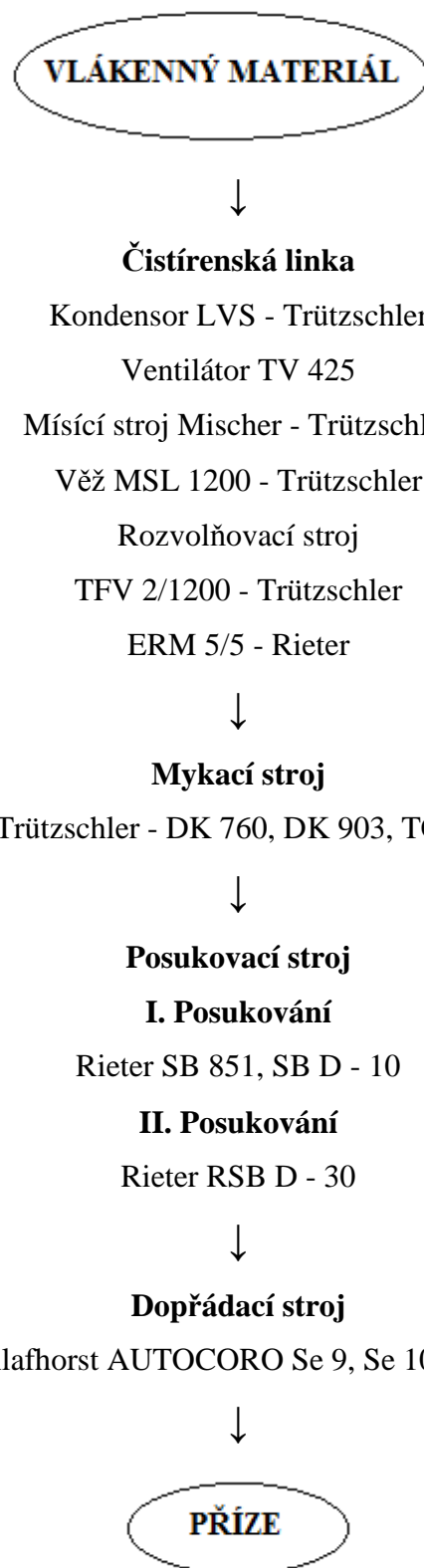
Laboratorní měřicí systém nestejnoměrnosti příze. Tento přístroj využívá optický měřicí systém. Naměřená data nestejnoměrnosti příze data umožňují nasimulování výsledné plošné textile. Výstupem z měřicího přístroje OASYS® jsou např.: hodnoty CV [%] na různě dlouhých délkových úsečkách, počet silných, slabých míst a velkých nopků, histogram, spektrogram, délková variační křivka [2].

## **2.4 Technologie výroby příze**

Experiment byl prováděn v podniku Kümpers Textil s.r.o. na rotorových dopřádacích strojích. V době experimentu se zde zpracovával materiál ZEDER VISKOZA, SYNCROFIL P8. ZEDER VISKOZA jsou vlákna viskózová, SYNCROFIL P8 jsou vlákna polyesterová. Délka vláken jednotlivých materiálů je rovna střední délce vláken bavlnářského stříhu, tedy 38mm. Vzhledem k výrobnímu tajemství firmy Kümpers Textil s.r.o. nebudou uváděny bližší informace o zpracovávaném materiálu. Technologické schéma výroby příze je na obr. 9, jednotlivá technologická zařízení jsou vyjmenována na obr. 10.



Obr. 9 Technologie výroby rotorové příze ve firmě Kümpers Textil s.r.o.



Obr. 10 Technologické zařízení firmy Kümpers Textil s.r.o pro výrobu rotorové příze[9]

Balík vláken je v první fázi rozvolněn na menší chomáče rozvolňovačem balíků. Po rozvolnění putují vlákna do čistící linky, kde jsou promíchány a zbaveny všech nečistot. Vzhledem k tomu, že syntetická vlákna neobsahují nežádoucí příměsi v takovém množství, jako vlákna přírodní, nemusí se čistit vlákna syntetická tak intenzivně, jako vlákna přírodní. Po těchto úkonech následuje transport rozvolněného a nečistot zbaveného materiálu (vloček) do mykacího stroje. Po mykání následuje posukování, kde je vytvořena předloha pro rotorový dopřádací stroj. Na rotorovém dopřádacím stroji se vypřádá výsledná příze.

### **2.4.1 Čištění, rozvolnění balíku**

Vlákna jsou do přádelny dodávána v lisovaném stavu. Je nutné vlákna mechanicky rozvolnit na menší části. Z rozvolňovacího stroje se vlákenný materiál dopravuje k čechracím strojům, kde dochází k načechrání vláken a odstranění nečistot. V balíku vláken jsou i nežádoucí příměsi (např. plasty), které by v konečném výrobku zhoršovaly jeho kvalitu. Proto je vlákenný tok sledován barevnou rychlokamerou, která odhalí nežádoucí příměsi.

### **2.4.2 Mísení**

Mísením vlákenného materiálu jedné komponenty se dosahuje stejnoměrnosti vláken v barvě, délce, jemnosti. Čím je promísení důkladnější, tím kvalitnější a stejnoměrnější je výsledný vlákenný produkt. Mísením lze zajistit rovnoměrné rozložení vláken různých materiálů ve výsledné přízi.

### **2.4.3 Mykání**

Mykání patří mezi velmi důležité výrobní procesy v průběhu výroby délkového vlákenného útvaru. Výsledná kvalita vlákenného produktu z mykacího stroje velmi ovlivňuje výslednou kvalitu příze. Základní funkcí mykání je rozvláknění vloček materiálu na jednotlivá vlákna, vyloučení nežádoucích příměsí, promísení vláken, zvýšení stejnoměrnosti výsledného vlákenného produktu. Dle technologie a zpracovávaného materiálu se rozlišují dva druhy mykacích strojů. Prvním typem je víčkový mykací stroj, kde k rozvláknění vloček na jednotlivá vlákna dochází mezi hlavním válcem a víčky. Druhým typem je válcový mykací stroj, kde k mykání vláken dochází mezi hlavním bubnem, pracovním válcem, obracečem. Dodávka vlákenného

materiálu do mykacích strojů se dříve uskutečňovala pomocí stůčky, dnes se výhradně používá pneumatická dodávka vláknenného produktu ve formě vloček.

#### 2.4.4 Posukování - protahování

Účelem této operace je zlepšení stejnoměrnosti, struktury vláknenného útvaru, napřímení vláken a výroby vhodné vláknenné předlohy pro další zpracování. Posukování-protahování je kombinace technologických operací družení a protahování. Provádí se souběžně na posukovacích strojích.

##### Družení

Družením pramenů dochází k zestejnoměnění, promísení vláknenného produktu. Družením pramenů se vyrovnávají průtahové vlny.

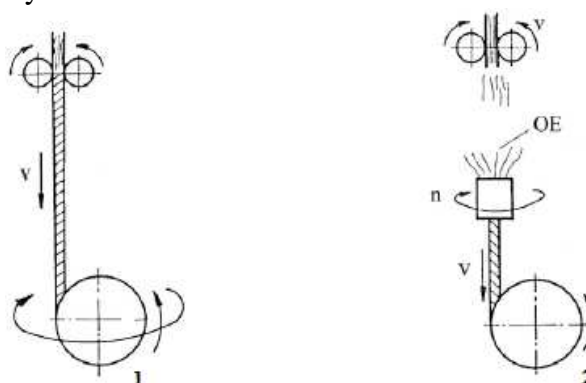
##### Protahování

Účelem protahování je postupné ztenčování předkládaného vláknenného produktu až na požadovanou jemnost. Při průtahu jsou vlákna napřimována a paralelizována.

#### 2.4.5 Dopřádání

Dopřádání je proces, kdy je předloha (přást, pramen) dále zjemněn, zjemněný pramínek opatřen trvalým zákrutem a výsledná příze navinuta na vhodnou cívku. Rozlišují se dva základní druhy dopřádání: klasický a nekonvenční způsob výroby příze-OE. Hlavní rozdíl mezi metodami je v principu výroby příze. U nekonvenčního způsobu je zakrucování odděleno od navíjení, dochází zde k přerušení toku materiálu. Při zakrucování rotuje pouze volný konec příze - viz. Obr. 12. Zástupcem klasického způsobu dopřádání je PDS, rotorový se řadí mezi nekonvenční.

1. klasické dopřádání
2. rotorové dopřádání



Obr. 11 Principy dopřádání [2]

### Prstencový dopřádací stroj (PDS)

Prstencový dopřádací stroj má za úkol zjemnit předkládanou předlohu, zpevnit vláknennou stužku zákrutem a navinout výslednou přízi na potáč. Předloha pro PDS je přást z křídlového předpřádacího stroje nebo finiséru na přástových cívkách.

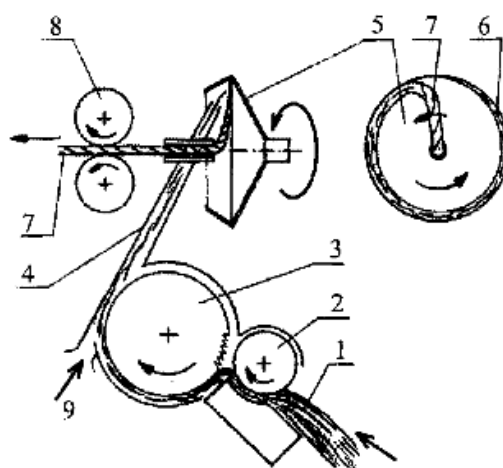
### Rotorový dopřádací stroj (BD)

Vstupní materiál pro BD stroj je pramen uložený v konvi. Výstupním materiálem z rotorového dopřádacího stroje je příze navinutá křížovým vinutím na válcových nebo kuželových cívkách.

### Princip výroby příze na rotorovém dopřádacím stroji

Pramen je dopraven do spřádací jednotky pomocí podávacích válečků. Následně je rozvolněn a ojednocen na jednotlivá vlákna pomocí vyčesávacího válečku. Z vyčesávacího válečku jsou vlákna snímána proudem vzduchu a vzduchovým kanálem putují vlákna do rotoru. Proud vzduchu dopraví vlákna ke skluzové stěně rotoru, po níž kloužou na sběrný povrch. Na sběrném povrchu je tvořena vláknenná stužka. Příze se vytváří svinováním stužky vláken a jejím nabalováním na tzv. volný konec příze. Výsledná příze je odtahována pomocí odváděcích válců. Spřádací systém rotorového dopřádacího stroje lze rozdělit na: ojednocovací ústrojí, zákrutové ústrojí, odtahové ústrojí [2],[10],[11],[12].

1. pramen
2. podávací váleček
3. vyčesávací váleček
4. kanál
5. rotor
6. vláknenná stužka
7. odváděná příze
8. odváděcí válečky
9. přiváděný vzduch



Obr.12 Schéma rotorového dopřádacího stroje [10]

## 2.5 Použité metody zpracování statistických dat

Ke statistickému zpracování dat byly použity tyto vztahy:

### Aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (16)$$

$n$  .....počet měření,

$x_i$  .....hodnoty jednotlivých měření.

### Rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (17)$$

$n$  .....počet měření,

$x_i$  .....hodnoty jednotlivých měření,

$\bar{x}$  ..... aritmetický průměr (odhad střední hodnoty).

### Směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{s^2} \quad (18)$$

kde :  $s^2$  .....rozptyl .

### Variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} * 10^2 \quad (19)$$

$s$  .....směrodatná odchylka,

$\bar{x}$  .....aritmetický průměr (střední hodnota).

### Intervaly spolehlivosti

$$L_D = \bar{x} - t_{\alpha/2(n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (20)$$

$$L_H = \bar{x} + t_{\alpha/2(n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (21)$$

$s$  .....směrodatná odchylka,

$\bar{x}$  .....aritmetický průměr (střední hodnota),

$n$  .....počet měření,

$t_{\alpha/2(n-1)}$  .....příslušný kvantil studentova rozdělení[5].



V případě, že počet vad klesne pod 30 vad/km, jsou použity pro výpočet intervalů spolehlivosti tyto vzorce:

$$\frac{1}{2N} \chi^2_{\alpha/2}(v_3) \leq \mu \leq \frac{1}{2N} \chi^2_{1-\alpha/2}(v_4) \quad (22)$$

$$v_3 = 2.N.\overline{x_0} \quad (23)$$

$$v_4 = 2.(N.\overline{x_0} + 1) \quad (24)$$

$v_3, v_4$  .....počet stupňů volnosti,

$N$  .....počet měření,

$\overline{x_0}$  .....aritmetický průměr,

$\chi^2_{\alpha/2}(v_3), \chi^2_{1-\alpha/2}(v_4)$  .....příslušné kvantily  $\chi^2$  [6].

### Test významnosti

$$t = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}} \quad (25)$$

$R$ .....korelační koeficient

### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

#### CÍL EXPERIMENTU:

1) Cílem experimentu je zhodnotit využití přístroje QQM-3 v průmyslové praxi. Jedním z dílčích cílů je ověřit, zda příze ze spřádací jednotky indikované přístrojem QQM-3 jako jednotky vyrábějící přízi se zhoršenou nestejnoměrností skutečně vykazuje vyšší nestejnoměrnost. Dalším dílčím cílem je porovnat výsledky měření nestejnoměrnosti příze přístrojem QQM-3 a UT 4SX.

2) Dle funkčnosti a uživatelských zkušeností zhodnotit přínos pro firmu Kümpers Textil s.r.o při nákupu měřicího přístroje QQM-3.

#### 3.1. Postup měření

Vlastní měření spočívalo v proměření nestejnoměrnosti přízí odtahovaných ze spřádacích jednotek rotorového dopřádacího stroje přístrojem QQM-3 pomocí měřicího modulu *indikace*. Při tomto typu měření je proměřeno pouze 10m příze a výsledkem jsou orientační hodnoty  $CV$  [%], jejichž úroveň je graficky znázorněna v závislosti na čísle spřádací jednotky. Hodnoty ležící mimo 95% interval spolehlivosti střední hodnoty jsou v grafech zvýrazněny a dle  $CV$  [%] indikují spřádací jednotku, vyrábějící přízi se zhoršenou nestejnoměrností, tj. jednotky vadné. Pro potvrzení výsledků z měřicího modulu *indikace* byly vybírány dvě spřádací jednotky označené *indikací* jako vadné (dále používán termín „špatná spřádací jednotka“) a jedna neoznačená jednotka (dále používán termín „dobrá spřádací jednotka“). Příze odtahovaná z těchto jednotek byla opět proměřena přístrojem QQM-3, kde byl zvolen měřicí modul *Zdroj dat*, který umožňuje provést měření delšího úseku příze v porovnání s modulem *indikace*. Proměřilo se 200 m příze, u každé spřádací jednotky bylo měření opakováno 3x (toto měření bude nadále označováno jako *QQM*). Délka proměřené příze a počet měření se zvolil optimálně k provozním podmínkám, časové náročnosti měření a přenosové rychlosti dat z PSIONU. Při měření byla snímací hlava přístroje QQM-3 umístěna mezi spřádací jednotku a čistič příze, z důvodu obtížné manipulace s měřicí hlavou a častým přetrhům příze, ke kterým docházelo při manipulaci s měřicí hlavou mezi čističem a odtahovým válcem.

Příze byly poté proměřeny v laboratoři KTT-FT-TUL současně na přístrojích QQM-3 a Uster Tester-4 SX za účelem porovnání naměřených výsledků nestejnoměrnosti příze. Výsledky z tohoto měření jsou v případě QQM-3 nadále označovány jako *QQM1* a v případě Uster Testeru jako *UT+*. Příze byla proměřována rychlostí 200m/min po dobu 1 min. Rychlost 200 m/min byla volena proto, že QQM-3 neumožňuje použít rychlost vyšší než 360m/min a Uster Tester 4SX dovoluje měřit při rychlostech 200m/min nebo 400m/min. Uvedená doba měření byla použita vzhledem ke kapacitě paměti přístroje QQM-3 a době ukládání dat. U příze z každé spřádací jednotky bylo provedeno 5 měření. Ve všech případech byl přístroj QQM-3 nastaven tak, aby zobrazoval hodnoty hmotové nestejnoměrnosti, tedy v režimu mass.

Pro konečné ověření výsledků indikace bylo provedeno měření nestejnoměrnosti příze samostatně na přístroji Uster Tester 4SX (výsledky měření nadále označovány zkratkou *UT*). Příze byla proměřována rychlostí 400m/min po dobu 2,5 minuty. Kvůli nedostatku příze na některých cívkách bylo toto měření pro každou spřádací jednotku zopakováno 3x. V rámci tohoto měření byly sledovány rovněž spektrogramy přízí.

V tabulce č. 1 jsou uvedeny podmínky měření na jednotlivých přístrojích.

Tab.1 Podmínky měření příze na přístrojích QQM-3, UT 4

Místo měření	Měřicí přístroj	Typ měření	Parametry měření	N	Použitá zkratka pro měření
Provoz firmy	QQM-3	Indikace	Individuální dle BD	1	<i>indikace</i>
Provoz firmy	QQM-3	Zdroj dat	Individuální dle BD	3	QQM
Laboratoře TUL-KTT	QQM-3	Zdroj dat	Rychlost měření 200 m/min Doba měření 1 min	5	QQM1
Laboratoře TUL-KTT	USTER TESTER 4SX	nedefinováno	Rychlost měření 200 m/min Doba měření 1 min	5	UT+
Laboratoře TUL-KTT	USTER TESTER 4SX	nedefinováno	Rychlost měření 400 m/min Doba měření 2,5 min	3	UT

Pro přízi z každé spřádací jednotky byla z naměřených dat vypočtena průměrná hodnota dle vztahu (16), směrodatná odchylka dle vztahu (18) a interval spolehlivosti střední hodnoty sledované veličiny dle vztahů (20, 21). Při měření v laboratoři byly kromě hodnot nestejnoměrnosti příze sledovány i počty vad.

### 3.2. Parametry měřených přízí a nastavení strojů

V tabulce č. 2 jsou uvedeny technické parametry rotorových dopřádacích strojů a parametry přízí.

Tab.2 Parametry měřených přízí a nastavení strojů

Rotorový dopřádací stroj č.	3	61	1
Zpracovávaný materiál	SYNCROFIL P8	SYNCROFIL P8	ZEDER VISKOZA
Vstupní jemnost	0,2 Nm	0,2 Nm	0,2 Nm
Výstupní jemnost	28 Nm	10 Nm	50 Nm
Zákrut	670 m <sup>-1</sup>	436 m <sup>-1</sup>	812 m <sup>-1</sup>
Zákrutový koeficient $\alpha$	127 ktex <sup>1/2</sup> .m <sup>-1</sup>	136 ktex <sup>1/2</sup> .m <sup>-1</sup>	115 ktex <sup>1/2</sup> .m <sup>-1</sup>
Typ stroje	BD	BD	BD
Značka stroje	AUTOCORO	AUTOCORO	AUTOCORO
Rotorový dopřádací stroj č.	4	7	8
Zpracovávaný materiál	SYNCROFIL P8	SYNCROFIL P8	SYNCROFIL P8
Vstupní jemnost	0,2 Nm	0,2 Nm	0,2 Nm
Výstupní jemnost	34 Nm	34 Nm	20 Nm
Zákrut	723 m <sup>-1</sup>	723 m <sup>-1</sup>	590 m <sup>-1</sup>
Zákrutový koeficient $\alpha$	124 ktex <sup>1/2</sup> .m <sup>-1</sup>	124 ktex <sup>1/2</sup> .m <sup>-1</sup>	132 ktex <sup>1/2</sup> .m <sup>-1</sup>
Typ stroje	BD	BD	BD
Značka stroje	AUTOCORO	AUTOCORO	AUTOCORO

### 3.3 Výsledky měření

#### 3.3.1 Rotorový dopřádací stroj č. 3

##### Indikační měření

Výsledky indikace:

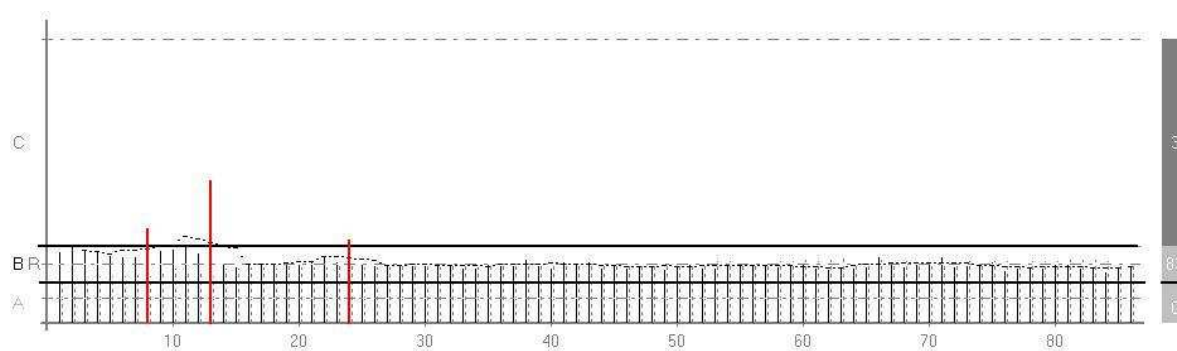
Tab. 3 Výsledky měření modulem *indikace*

Počet spřádacích jednotek	196
Jednotky mimo provoz	1, 2, 12, 17, 18, 20, 48, 49, 66, 72, 82, 83, 103, 117, 133, 153, 154, 169, 171, 174, 175, 180, 182
Jednotky s CV% mimo hranici B	10, 16, 30
Dobrá spřádající jednotka	63
Špatně spřádající jednotky	10,16

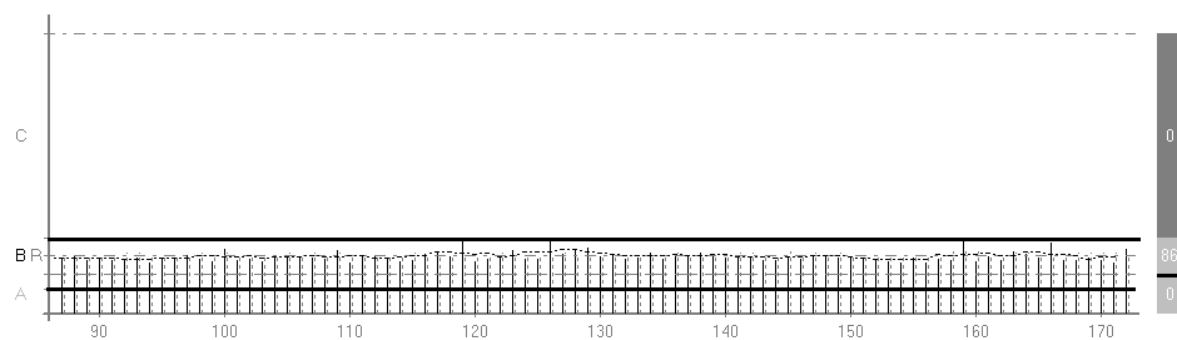
Při prvním měření modulem *indikace* na rotorovém dopřádacím stroji se spřádací jednotka, která nebyla v provozu, pouze poznamenala a pokračovalo se dále v měření. Nebyl ale zadán pokyn do terminálu QQM-3, aby jednotka byla vynechána. Proto v tomto měření je nesoulad mezi tab. 3 a následným grafickým znázorněním indikačního měření. Indikační měření začínalo tedy na spřádací jednotce č. 3.

Tato chyba se vyskytla pouze u měření na tomto rotorovém dopřádacím stroji. V dalším indikačním měření je již soulad mezi tabulkami a obr. grafů.

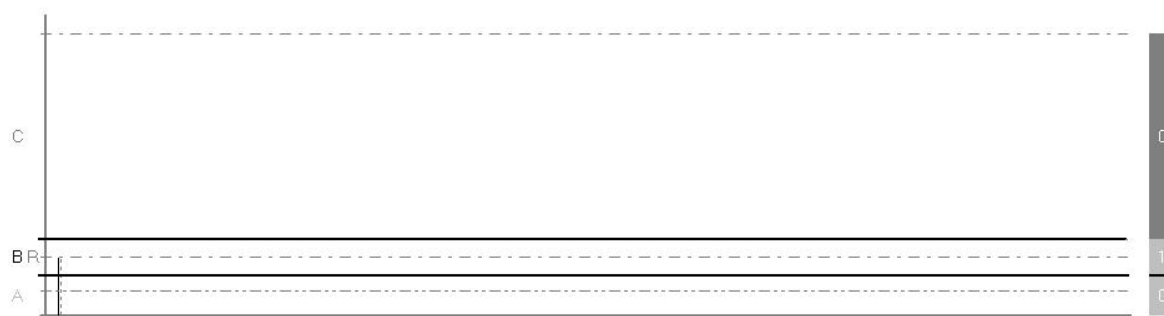
Grafické výsledky indikace dopřádacího stroje č. 3:



Graf 1. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 3, jednotky č.1 – 86



Graf 2. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 3, jednotky č. 87 - 172

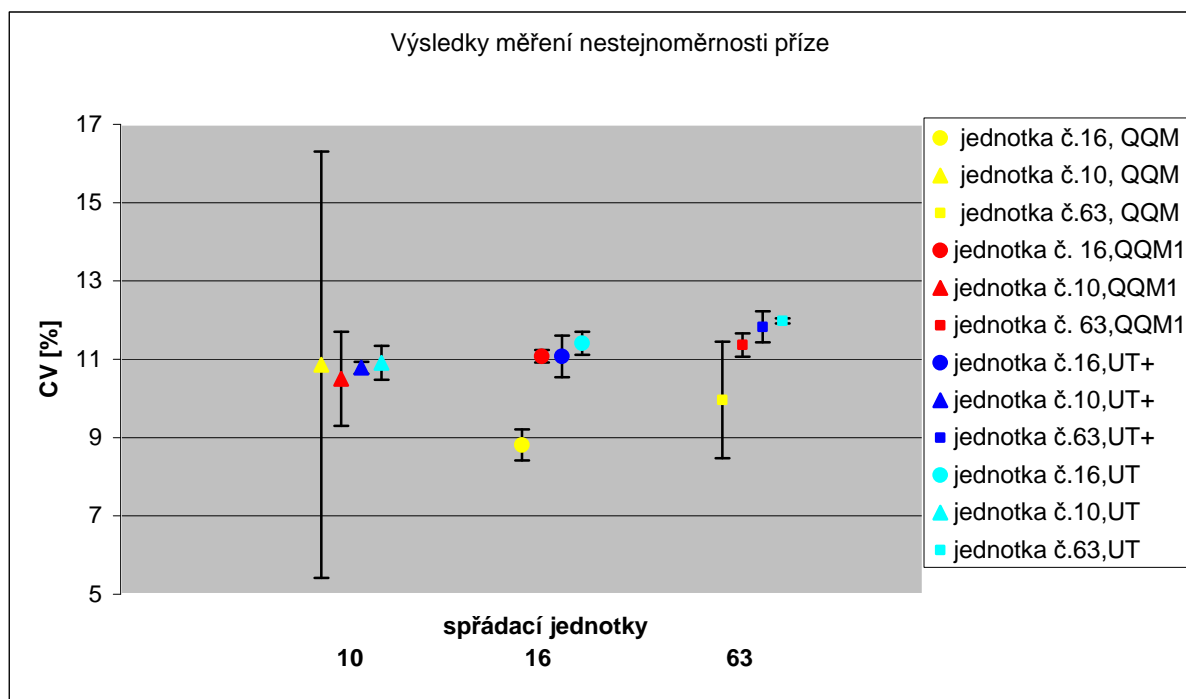


Graf 3. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 3, jednotka č. 196

## Výsledky měření QQM, QQM1, UT+ , UT

Tab.4 Výsledky měření nestejnomyšlosti příze - stroj č. 3

Stroj č.3	Typ měření	Průměr CV [%]	Var CV [%]	Směrodatná odchylka CV [%]	95 % IS střední hodnoty
Jednotka č. 16	QQM	8,813	1,809	0,159	(8,417 ; 9,209)
	QQM1	11,076	1,977	0,132	(10,915 ; 11,237)
	UT+	11,074	3,855	0,427	(10,543 ; 11,605)
	UT	11,41	1,033	0,118	(11,117 ; 11,703)
Jednotka č. 10	QQM	10,86	20,205	2,194	(5,413 ; 16,307)
	QQM1	10,504	9,407	0,988	(9,302 ; 11,706)
	UT+	10,786	1,119	0,120	(10,636 ; 10,936)
	UT	10,91	1,590	0,173	(10,479 ; 11,341)
Jednotka č. 63	QQM	9,963	6,019	0,599	(8,475 ; 11,452)
	QQM1	11,366	2,146	0,244	(11,069 ; 11,663)
	UT+	11,828	2,684	0,318	(11,433 ; 12,223)
	UT	11,98	0,221	0,026	(11,914 ; 12,046)



Graf 4. Výsledky měření nestejnomyšlosti příze - rotorový dopřádací stroj č. 3

## **Závěr z měření nestejnoměrnosti příze na rotorovém dopřádacím stroji č. 3**

### 1. Nestejnoměrnost příze měřená v provozu firmy

Při provozním měření se vypočítané intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] u spřádacích jednotek č. 10, 16, 63 překrývaly. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratické nestejnoměrnosti jsou tedy mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné. Výsledek indikačního měření zde potvrzen nebyl.

### 2. Nestejnoměrnost příze měřená v laboratořích

#### **A) QQM 1**

Při měření na přístroji QQM-3 se vypočítané intervaly spolehlivosti  $CV$  [%] překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 10-16, 10-63, 63-16. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratické nestejnoměrnosti jsou mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné.

V tomto měření měla příze ze spřádací jednotky č. 10 nejvyšší variační koeficient nestejnoměrnosti příze, ale několikanásobně menší než při měření v provozu firmy. Zde se pravděpodobně jednalo o zásah čističe, jenž odstranil vadná místa na přízi. Proto variabilita nestejnoměrnosti příze několikanásobně klesla.

Výsledek indikačního měření zde potvrzen nebyl.

#### **B) UT +**

Z výsledků měření na UT 4SX je patrné, že se vypočítané intervaly spolehlivosti  $CV$  [%] spřádacích jednotek překrývaly pouze v případě dvojice jednotek: 10-16, 16-63. Mezi těmito jednotkami jsou rozdíly středních hodnot kvadratické nestejnoměrnosti statisticky nevýznamné.

Intervaly spolehlivosti střední hodnoty  $CV$  [%] se nepřekrývaly mezi spřádacími jednotkami: 10-63. Rozdíly středních hodnot kvadratické nestejnoměrnosti jsou mezi jednotkami 10-63 statisticky významné.

Výsledky měření  $UT +$  nepotvrzují indikaci.

#### **C) UT**

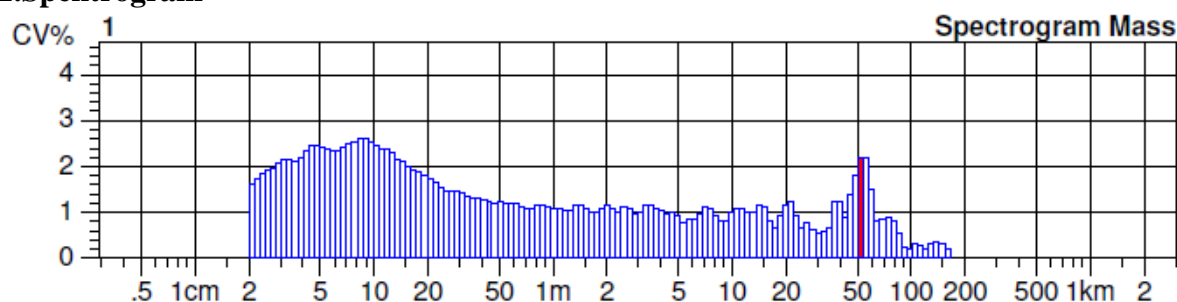
##### **1. Výsledky měření nestejnoměrnosti příze**

Při měření na UT 4SX se vypočítané intervaly spolehlivosti  $CV$  [%] nepřekrývaly mezi těmito spřádacími jednotkami: 63-16, 63-10. Rozdíly středních hodnot kvadratické

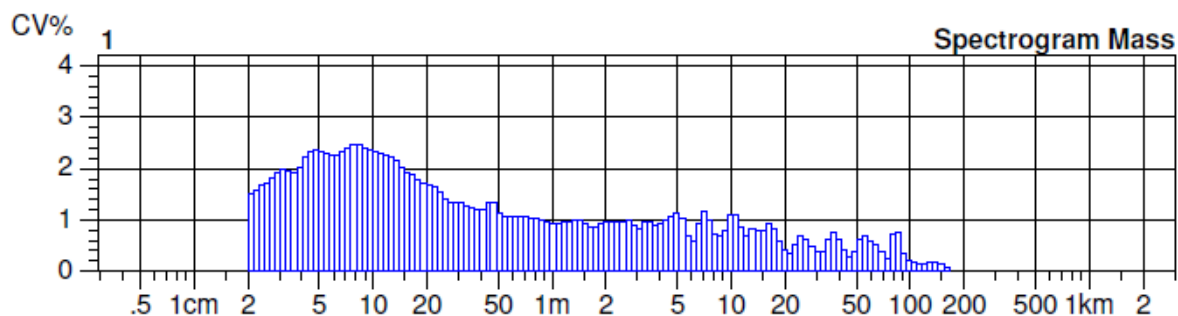
nestejnoměrnosti jsou mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky významné. Intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] se překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 10-63. Rozdíly středních hodnot kvadratické nestejnoměrnosti jsou mezi jednotkami 10-63 statisticky nevýznamné.

Ani zde nebyly potvrzeny výsledky indikačního měření. V tomto měření měla příze ze spřádací jednotky č. 63 nejvyšší střední hodnotu  $CV$  [%], přičemž tato jednotka byla vytipována indikačním měřením jako dobrá.

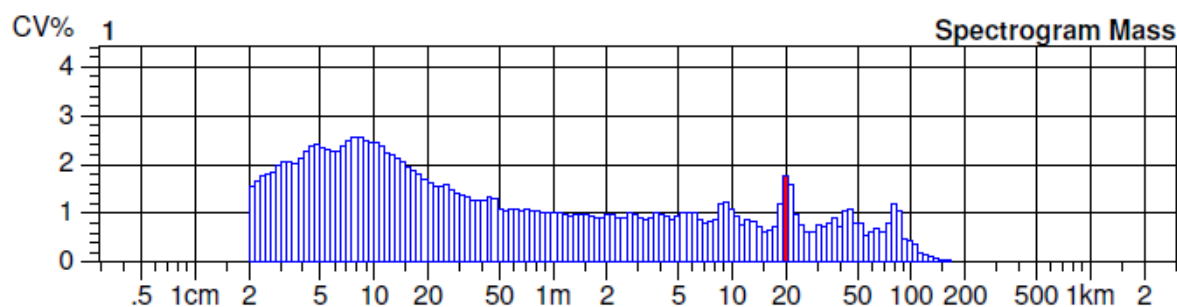
## 2. Spektrogram



Graf 5. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 63 rotorového dopřádacího stroje č. 3



Graf 6. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 10 rotorového dopřádacího stroje č. 3



Graf 7. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 16 rotorového dopřádacího stroje č. 3



Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 63 vykazuje charakteristické spektrum na vlnové délce 50m. Příčinou vzniku této periodické nestejnoměrnosti je pravděpodobně mechanická závada na posukovacím stroji.

Na spektrogramu spřádací jednotky č. 10 nejsou vidět žádná významně zvýšená spektra. Ze spektrogramů spřádacích jednotek rotorového dopřádacího stroje č. 3 se ideálnímu tvaru spektrogramu tento blíží nejvíce.

Spektrogram ze spřádací jednotky č. 16 vykazuje charakteristické spektrum na vlnové délce 20 m. Příčinou vzniku této periodické nestejnoměrnosti je pravděpodobně mechanická závada na posukovacím stroji.

### **Zhodnocení**

Výsledky provozního a laboratorního měření nestejnoměrnosti příze nepotvrzují výsledek indikace. Příze ze spřádací jednotky č. 63 označená indikací jako dobrá vykazovala ve všech případech laboratorního měření nejvyšší střední hodnotu CV [%]. Rozdíl mezi touto hodnotou a středními hodnotami CV [%] přízí ze spřádacích jednotek č. 10 a 16 je v případě měření na UT 4SX statisticky významný. Nelze tedy spřádací jednotky č. 10, 16 označit jako špatné spřádací jednotky.

### **3.3.2 Rotorový dopřádací stroj č. 61**

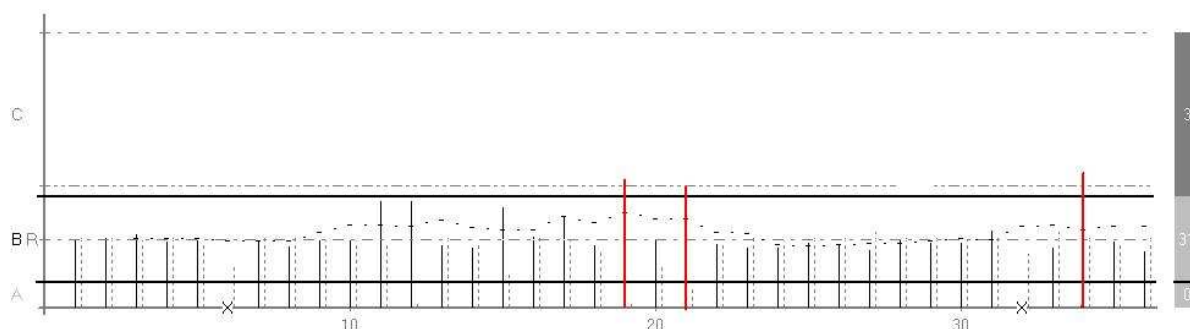
#### **Indikační měření**

Výsledky indikačního měření:

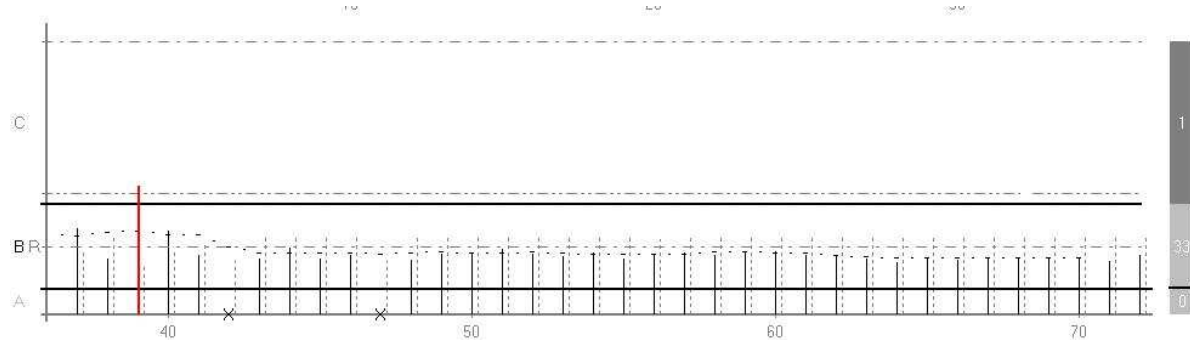
Tab.5 Výsledky měření modulem *indikace*

<b>Počet spřádacích jednotek</b>	72
<b>Jednotky mimo provoz</b>	6, 32, 42, 47
<b>Jednotky s CV% mimo hranici B</b>	19, 21, 34, 39
<b>Zástupci dobře spřádajících jednotek</b>	71
<b>Zástupci špatně spřádajících jednotek</b>	19, 34

Grafické výsledky indikace dopřádacího stroje č. 61:



Graf 8. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 61, jednotky č.1 - 36

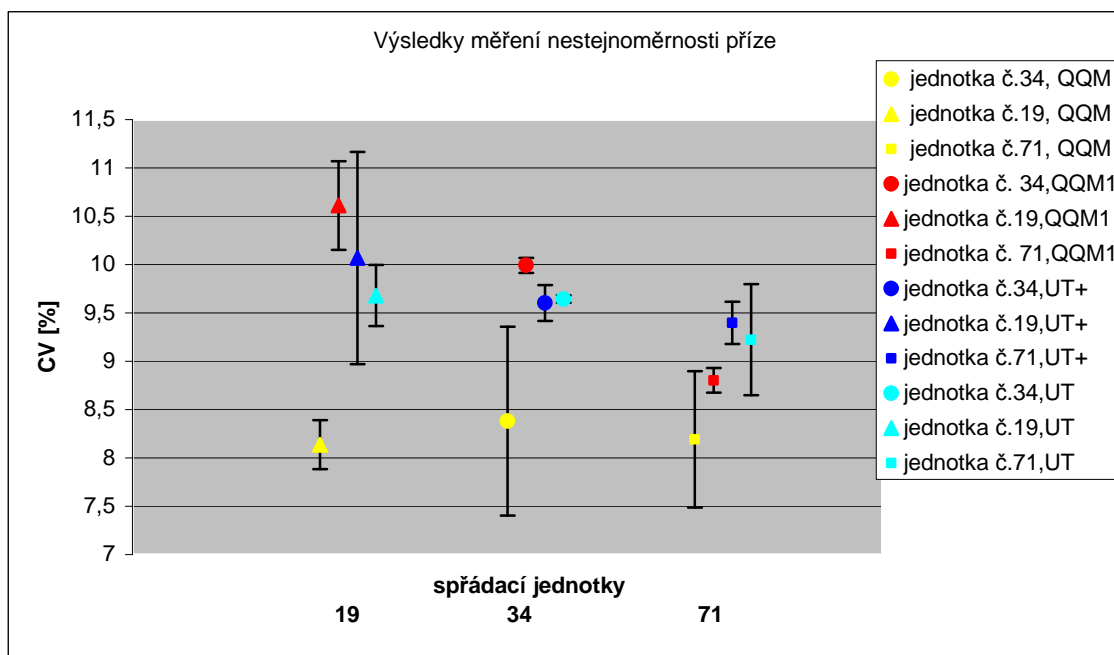


Graf 9. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 61, jednotky č.36 – 72

**Výsledky měření QQM, QQM1, UT+ , UT**

Tab. 6 Výsledky měření nestejnoměrnosti příze – stroj č. 61

Stroj č. 61	Typ měření	Průměr CV [%]	Var CV [%]	Směrodatná. odchylka CV [%]	95 % IS střední hodnoty
Jednotka č. 34	QQM	8,38	4,695	0,393	(7,403 ; 9,357)
	QQM1	9,992	0,650	0,065	(9,913 ; 10,071)
	UT+	9,602	1,559	0,15	(9,416 ; 9,788)
	UT	9,643	0,158	0,015	(9,605 ; 9,681)
Stroj č. 61 Jednotka č. 19	QQM	8,137	1,261	0,103	(7,882 ; 8,391)
	QQM1	10,612	2,715	0,288	(10,154 ; 11,071)
	UT+	10,068	7,842	0,789	(8,970 ; 11,165)
	UT	9,68	1,318	0,127	(9,363 ; 9,997)
Stroj č. 61 Jednotka č. 71	QQM	8,193	3,47	0,284	(7,487 ; 8,899)
	QQM1	8,802	1,189	0,105	(8,675 ; 8,929)
	UT+	9,398	0,176	1,873	(9,179 ; 9,617)
	UT	9,223	0,231	2,506	(8,649 ; 9,797)



Graf 10. Výsledky měření nestejnomyěrnosti příze - rotorový dopřádací stroj č. 61

## Závěr z měření nestejnomyěrnosti příze na rotorovém dopřádacím stroji č. 61

### 1. Nestejnomyěrnost příze měřená v provozu firmy

#### QQM

Při provozním měření se vypočítané intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývaly mezi spřádacími jednotkami 19, 34, 71. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratické nestejnomyěrnosti jsou tedy mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné. Výsledek indikace v tomto měření potvrzen nebyl.

### 2. Nestejnomyěrnost příze měřená v laboratořích

#### A) QQM 1

V tomto měření se vypočítané intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV[\%]$  nepřekrývaly mezi spřádacími jednotkami: 19-34, 34-71, 19-71. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratické nestejnomyěrnosti jsou mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky významné. Indikační měření zde bylo potvrzeno. Spřádací jednotky č. 19, 34, jež byly vytipovány jako chybně spřádající, mají skutečně vyšší hodnoty  $CV [\%]$  než jednotka č. 71.

## **B) UT +**

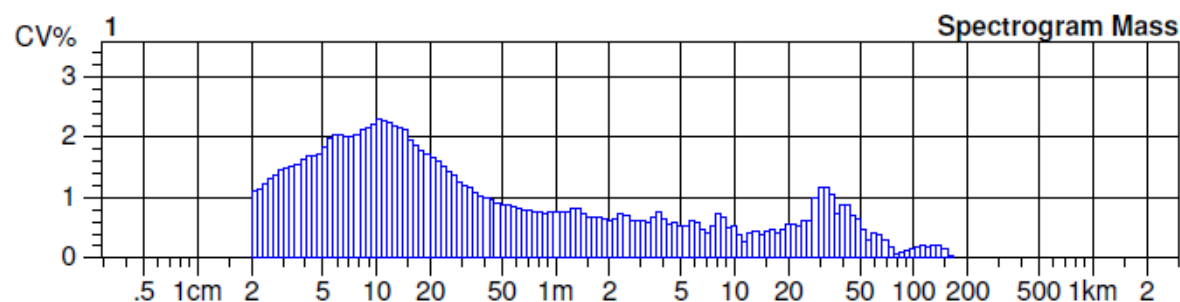
V tomto měření se vypočítané intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 19, 34, 71. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratické nestejnoměrnosti jsou mezi spřádacími jednotkami č. 19, 34, 71 statisticky nevýznamné. Indikační měření v tomto případě potvrzeno nebylo.

## **C) UT**

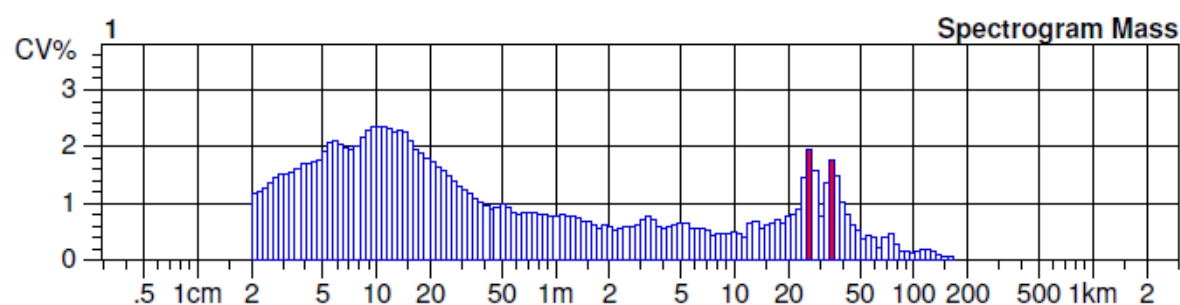
### **1. Výsledky měření nestejnoměrnosti příze**

V tomto měření se vypočítané intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 19, 34, 71. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratické nestejnoměrnosti jsou mezi spřádacími jednotkami č. 19, 34, 71 statisticky nevýznamné. Indikační měření v tomto případě potvrzeno nebylo.

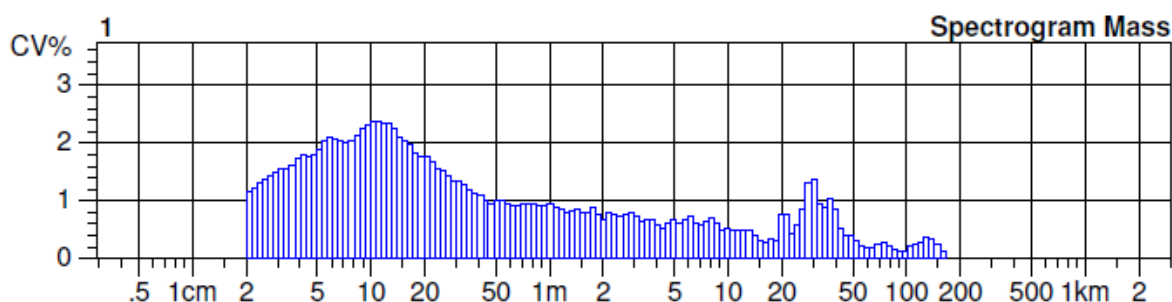
### **2. Spektrogramy:**



Graf 11. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č.19 rotorového dopřádacího stroje č. 61



Graf 12. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 34 rotorového dopřádacího stroje č. 61



Graf 13. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 71 rotorového dopřádacího stroje č. 61

Spektrogramy přízí ze spřádacích jednotek č. 19, 71 vykazují charakteristické spektrum na vlnové délce 30m. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 34 vykazuje charakteristické spektrum na vlnové délce 25m a 35m.

Příčinou vzniku těchto periodických nestejnomyšerností je pravděpodobně mechanická závada na posukovacím stroji.

### **Zhodnocení**

Indikační měření bylo potvrzeno pouze u měření QQM 1, kde příze ze spřádacích jednotek č. 19, 34 měly vyšší hodnotu CV [%] než příze z jednotky č. 71. U měření QQM, UT+ , UT výsledek indikačního měření potvrzen nebyl. Nelze tedy jednoznačně označit spřádací jednotky č. 19, 34 za chybně spřádající.

### **3.3.3 Rotorový dopřádací stroj č. 1**

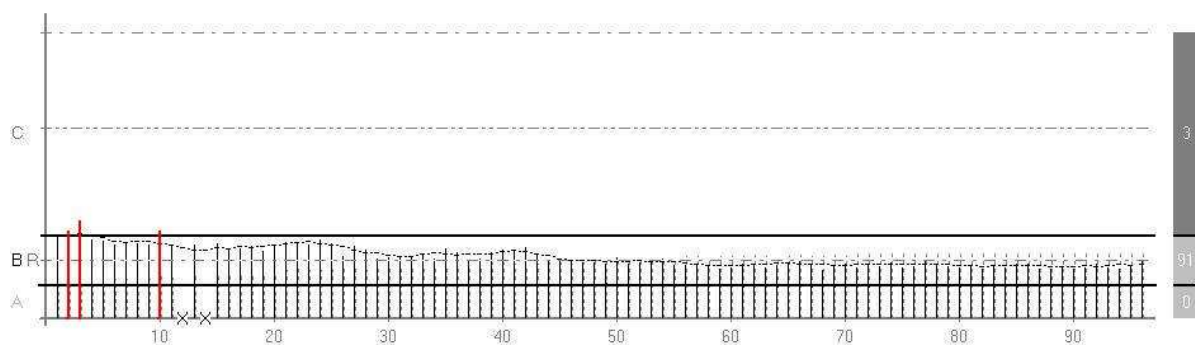
#### **Indikační měření**

Výsledky indikačního měření:

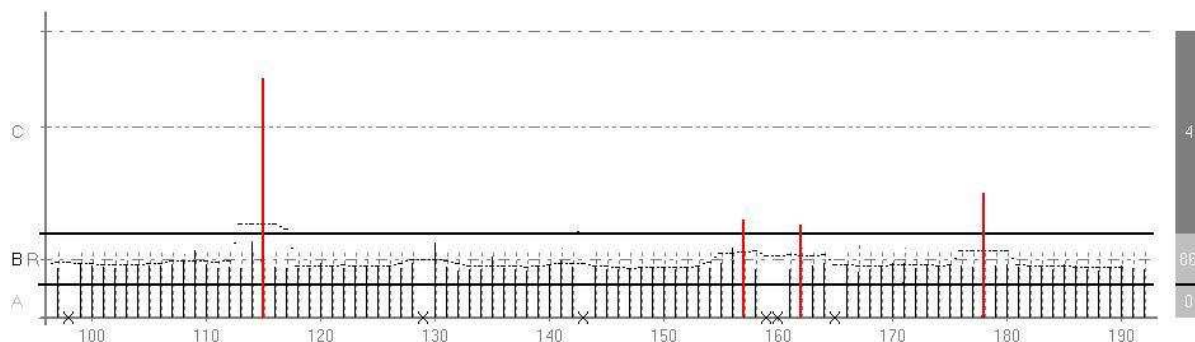
Tab. 7 Výsledky měření modulem *indikace*

<b>Počet spřádacích jednotek</b>	192
<b>Jednotky mimo provoz</b>	12, 14, 98, 129, 143, 159, 160, 165
<b>Jednotky s CV% mimo hranici B</b>	2, 3, 10, 115, 157, 162, 178
<b>Zástupci dobře spřádajících jednotek</b>	63
<b>Zástupci špatně spřádajících jednotek</b>	115, 178

### Grafické výsledky indikace dopřádacího stroje č. 1:



Graf 14. Výsledky indikace 1. dopřádacího stroje, jednotky č.1 – 96

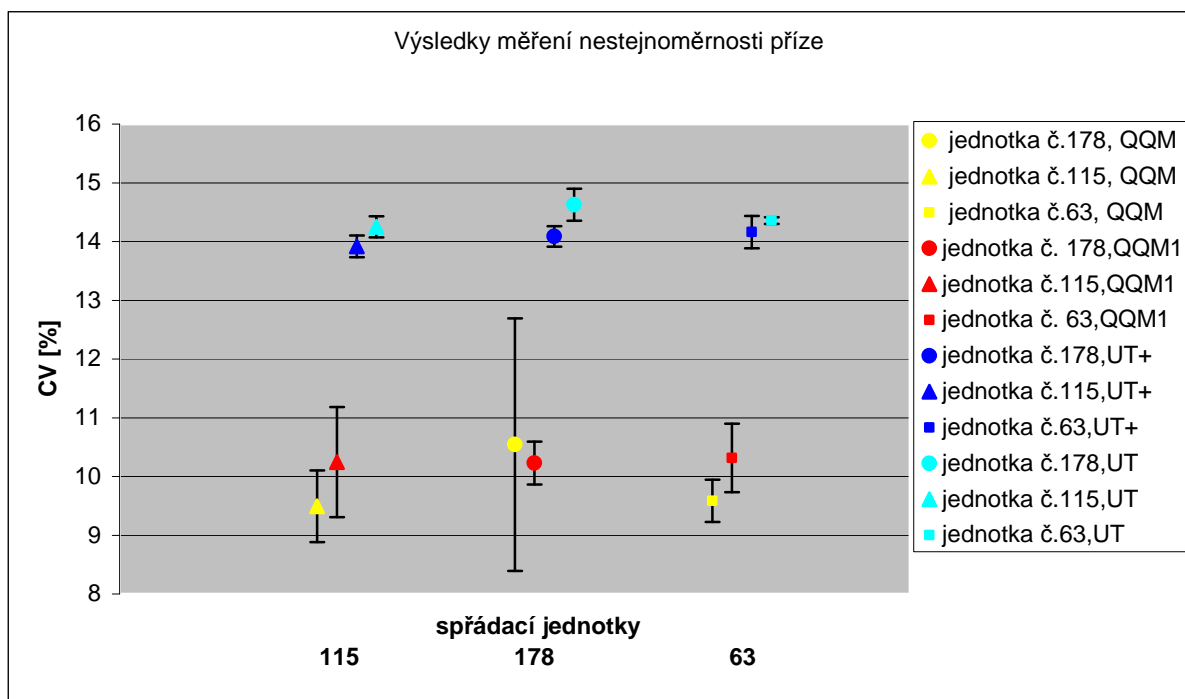


Graf 15. Výsledky indikace 1. dopřádacího stroje, jednotky č. 97 – 192

### Výsledky měření QQM, QQM1, UT+ , UT

Tab. 8 Výsledky měření nestejnomyšlosti přize – stroj č. 1

Stroj č. 1	Typ měření	Průměr CV [%]	Var CV [%]	Směrodatná. odchylka CV [%]	95 % IS střední hodnoty
Jednotka č. 178	QQM	10,543	8,212	0,866	(8,394 ; 12,693)
	QQM1	10,228	2,861	0,293	(9,864 ; 10,592)
	UT+	14,086	0,992	0,14	(13,912 ; 14,259)
	UT	14,627	0,75	0,11	(14,354 ; 14,899)
Jednotka č. 115	QQM	9,493	2,59	0,246	(8,883 ; 10,104)
	QQM1	10,246	7,353	0,753	(9,309 ; 11,183)
	UT+	13,918	1,076	0,15	(13,732 ; 14,104)
	UT	14,253	0,508	0,072	(14,073 ; 14,433)
Jednotka Č. 63	QQM	9,587	1,513	0,145	(9,227 ; 9,947)
	QQM1	10,316	4,552	0,47	(9,732 ; 10,899)
	UT+	14,162	1,563	0,221	(13,887 ; 14,437)
	UT	14,357	0,161	0,023	(14,299 ; 14,414)



Graf 16. Výsledky měření nestejnomyšnosti příze - rotorový dopřádací stroj č. 1

## Závěr z měření nestejnomyšnosti příze na rotorovém dopřádacím stroji č. 1

### 1. Nestejnomyšnost příze měřená v provozu firmy

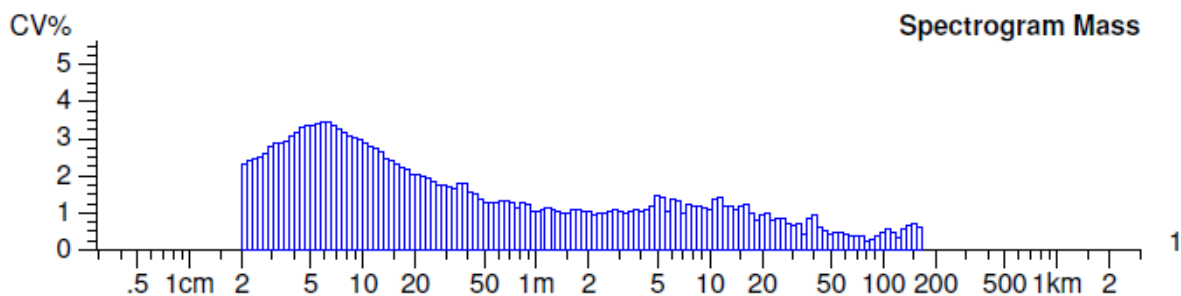
#### QQM

Při provozním měření se vypočítané intervaly spolehlivosti středních hodnot CV [%] překrývaly u spřádacích jednotek: 115-178, 178-63, 115-63. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratických nestejnomyšností jsou tedy mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné. Výsledek měření QQM nepotvrdil indikační měření.

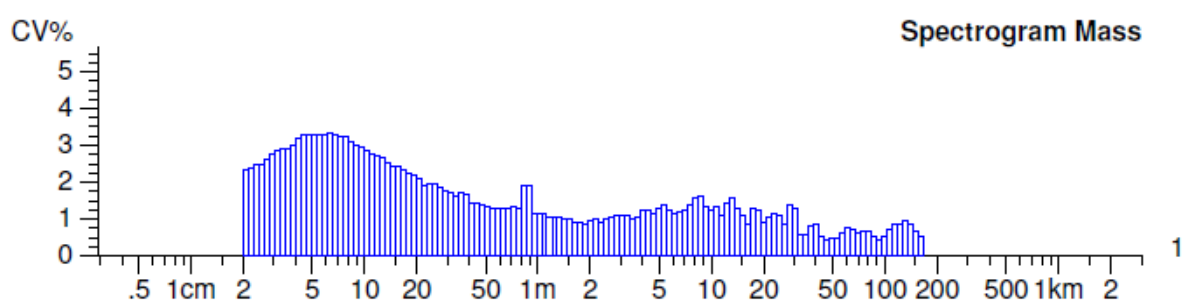
### 2. Nestejnomyšnost příze měřená v laboratořích

V laboratorním měření QQM1, UT+, UT se intervaly spolehlivosti středních hodnot CV [%] překrývaly u spřádacích jednotek č.: 115-178, 178-63, 115-63. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratických nestejnomyšností jsou tedy mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné. Indikační měření tedy nebylo potvrzeno ani v jednom měření. Spřádací jednotky č. 178 a 115 nelze označit jako chybně spřádající.

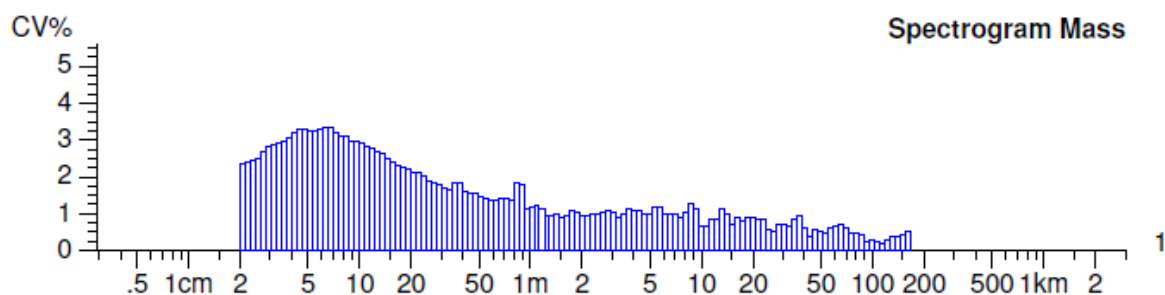
### Spektrogramy z měření UT:



Graf 17. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 63 rotorového dopřádacího stroje č.1



Graf 18. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 178 rotorového dopřádacího stroje č.1



Graf 19. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 115 rotorového dopřádacího stroje č. 1

Spektrogramy přízí ze sledovaných spřádacích jednotek rotorového dopřádacího stroje č. 1 nevykazují charakteristické ani kupovité spektrum.

### Zhodnocení:

Při měřeních QQM, QQM1, UT, UT+ se intervaly spolehlivosti středních hodnot překrývaly mezi spřádacími jednotkami: 115, 178, 63. Z výsledků měření nelze označit jednotky č. 115, 178 jako chybně spřádající. Indikační měření se zde nepotvrdilo.

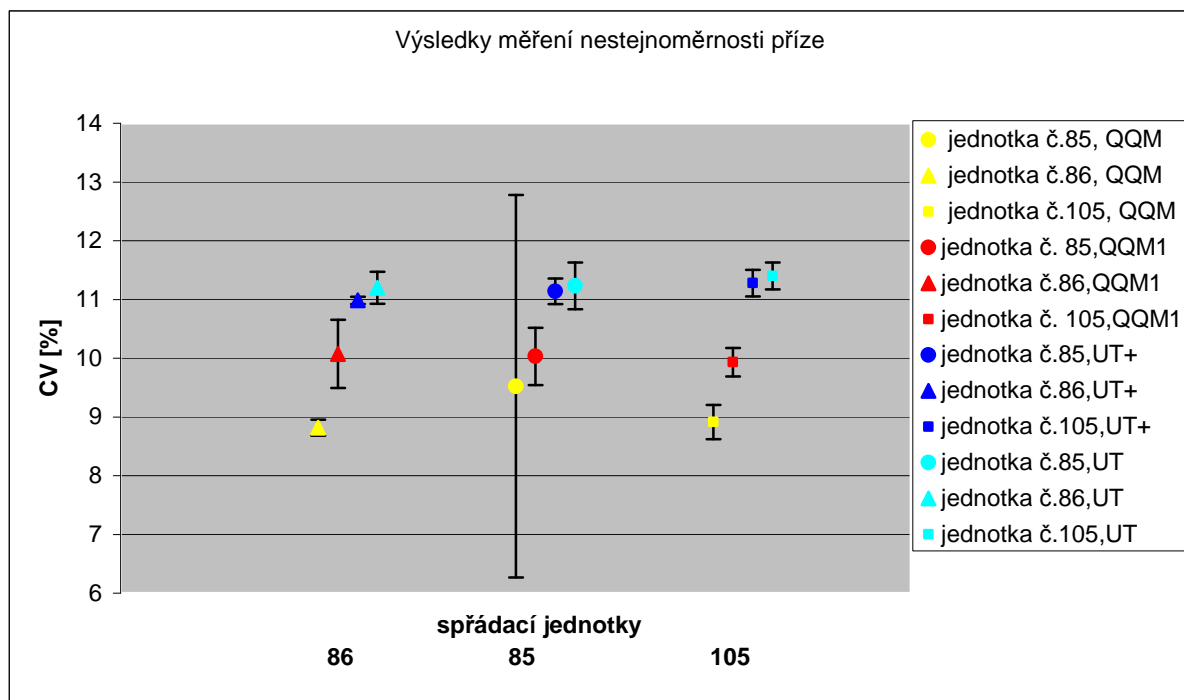




## Výsledky měření QQM, QQM1, UT+, UT

Tab.10 Výsledky měření nestejnomyšlosti příze – stroj č. 4

Stroj č. 4	Typ měření	Průměr CV [%]	Var CV [%]	Směrodatná. odchylka CV [%]	95 % IS střední hodnoty
Jednotka č. 85	QQM	9,523	13,777	1,312	(6,266 ; 12,781)
	QQM1	10,03	3,904	0,392	(9,543 ; 10,517)
	UT+	11,14	1,572	0,175	(10,922 ; 11,358)
	UT	11,233	1,428	0,16	(10,835 ; 11,632)
Jednotka č. 86	QQM	8,817	0,625	0,055	(8,679 ; 8,953)
	QQM1	10,072	4,635	0,467	(9,491 ; 10,652)
	UT+	10,984	0,453	0,05	(10,922 ; 11,046)
	UT	11,2	0,982	0,11	(10,927 ; 11,473)
Jednotka č. 105	QQM	8,913	1,314	0,117	(8,622; 9,204)
	QQM1	9,932	1,953	0,194	(9,691 ; 10,173)
	UT+	11,278	1,599	0,180	(11,054 ; 11,502)
	UT	11,4	0,804	0,092	(11,172 ; 11,628)



Graf 22. Výsledky měření nestejnomyšlosti příze - rotorový dopřádací stroj č. 4

## **Závěr z měření nestejnoměrnosti příze na rotorovém dopřádacím stroji č. 4**

### 1. Nestejnoměrnost příze měřená v provozu firmy

#### **QQM**

Při měření v provozu firmy se intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 86-85, 86-105, 85-105. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratických nestejnoměrností jsou tedy mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné. Příze ze spřádací jednotky č. 85 měla v tomto měření velký variační koeficient parametru  $CV$ , který se již v dalším měření neobjevil. Zde se pravděpodobně jednalo o zásah čističe.

### 2. Nestejnoměrnost příze měřená v laboratořích

#### **A) QQM1**

V laboratorním měření na QQM-3 se intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 86-85, 86-105, 85-105. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratických nestejnoměrností jsou tedy mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné.

#### **B) UT+**

V tomto měření se intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 85-86, 85-105. Rozdíly mezi středními hodnotami kvadratických nestejnoměrností jsou tedy mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné.

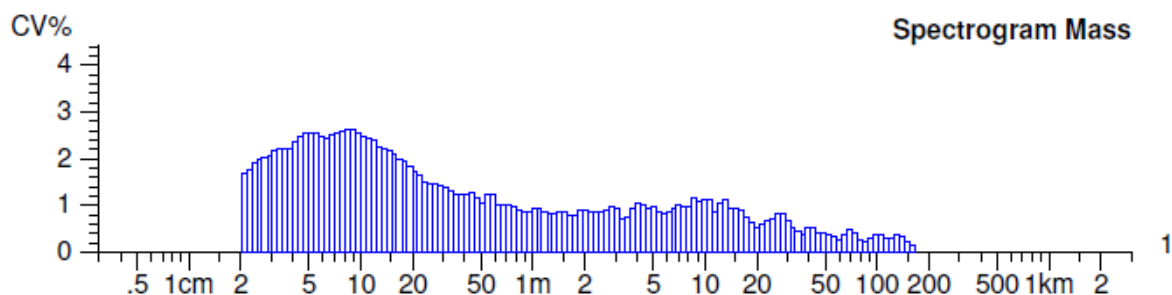
Mezi spřádacími jednotkami 86-105 se intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] nepřekrývaly. Rozdíly mezi středními hodnotami  $CV$  [%] jsou tedy mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky významné.

#### **C) UT**

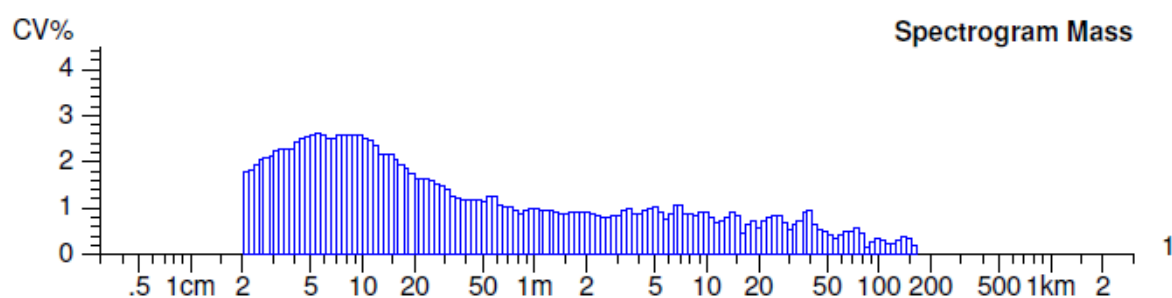
##### **1. Výsledky měření nestejnoměrnosti příze**

Výsledek tohoto měření je shodný jako v případě QQM, QQM1 - rozdíly mezi středními hodnotami  $CV$  [%] jsou mezi spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné.

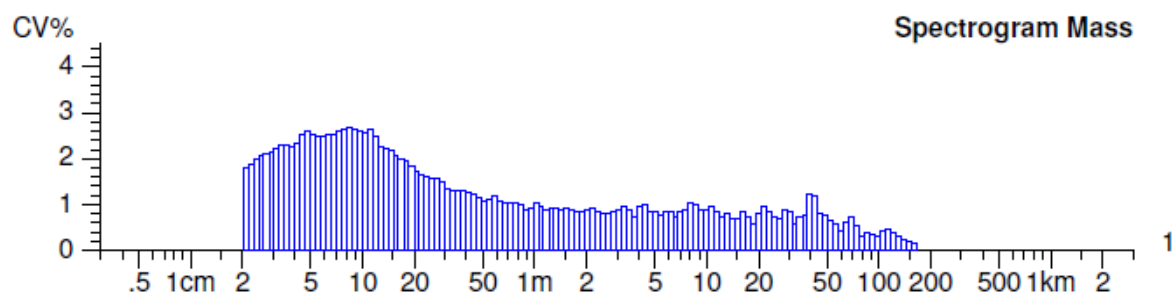
## 2. Spektrogramy



Graf 23. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 86 rotorového dopřádacího stroje č. 4



Graf 24. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 85 rotorového dopřádacího stroje č.4



Graf 25. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 105 rotorového dopřádacího stroje č. 4

Spektrogramy přízí ze sledovaných spřádacích jednotek rotorového dopřádacího stroje č. 4 nevykazují charakteristické ani kupovité spektrum.

### **Zhodnocení:**

Indikační měření nebylo potvrzeno v žádném měření. Jednotky 85, 86 nelze označit jako chybně spřádající.

### 3.3.5 Rotorový dopřádací stroj č. 7

#### Indikační měření

##### Výsledky indikačního měření:

Pro potvrzení reprodukovatelnosti výsledků z indikace byla nejdříve proměřena polovina spřádacího stroje (1. – 96. spřádací jednotka) a poté byl proměřen celý spřádací stroj. Tento spřádací stroj disponoval 192 spřádacími jednotkami, z nichž byly mimo provoz tyto jednotky: 24, 53, 55, 80, 88, 113, 122, 139, 145, 159, 188, 189. Při porovnání výsledků z indikačního měření lze pozorovat určité podobnosti obou měření. Např. spřádací jednotka 35 vykazovala u obou měření zvýšené hodnoty hmotové nestejnoměrnosti, proto byla v modulu indikace označena jako chybně spřádající. Jednotka 17 v případě prvního indikačního měření vykazovala CV v mezích B, ale u druhého měření vykazovala velmi vysoké CV, mimo horní mez B. Jednotka č. 17 byla určena jako chybně spřádající.

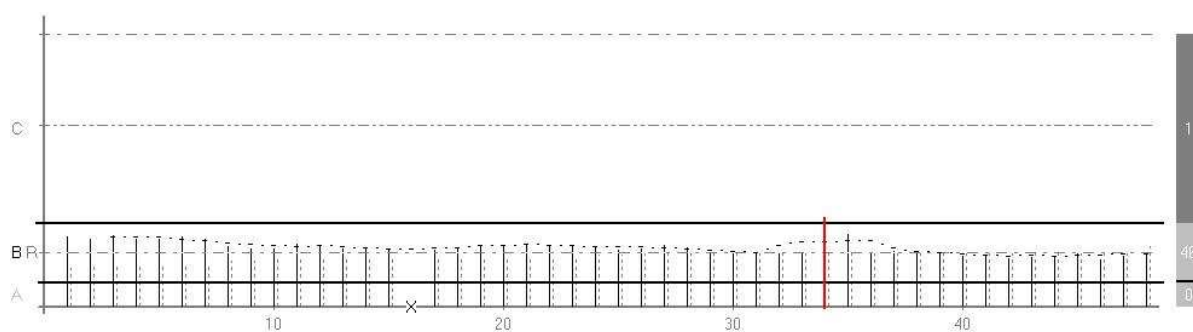
Nízké hodnoty nestejnoměrnosti příze vykazovala v obou měřeních jednotka č. 92. Tato jednotka byla tedy vybrána jako bezchybně fungující.

Tab. 11 Výsledky měření modulem *indikace*

<b>Počet spřádacích jednotek</b>	192
<b>Jednotky mimo provoz</b>	24, 53, 55, 80, 88, 113, 122, 139, 145, 159, 188, 189
<b>Jednotky s CV% mimo hranici B</b>	31, 76, 86, 105, 184
<b>Dobrá spřádající jednotka</b>	92
<b>Špatně spřádající jednotky</b>	17,35

##### Grafické výsledky indikace dopřádacího stroje č. 7:

### Indikační měření poloviny dopřádacího stroje

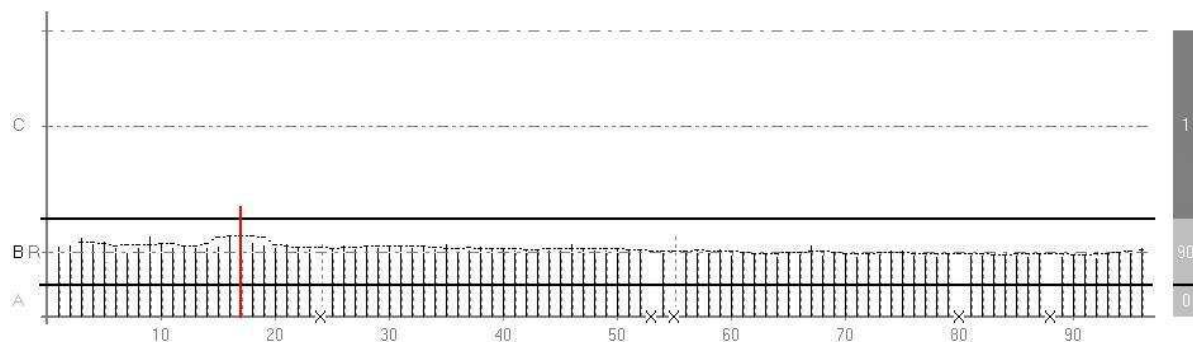


Graf 26. Výsledky indikace poloviny dopřádacího stroje č. 7, jednotky č. 1 – 48

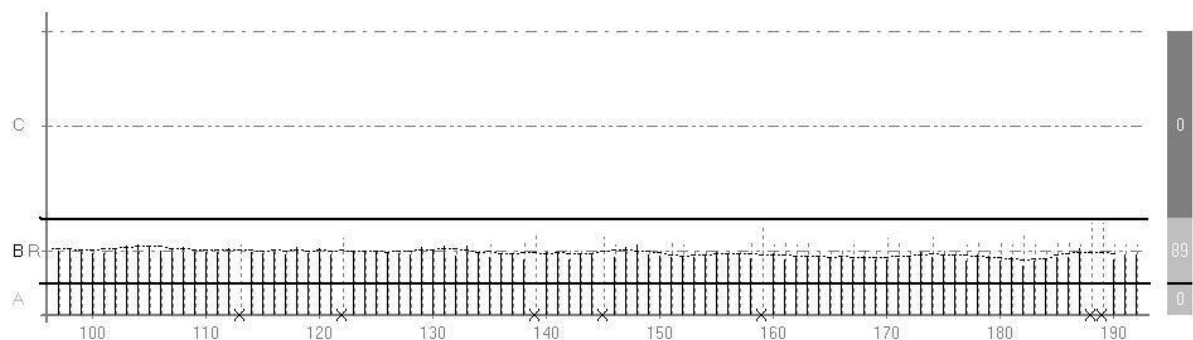


Graf 27. Výsledky indikace poloviny dopřádacího stroje č. 7, jednotky 49 – 96

### Indikační měření celého dopřádacího stroje



Graf 28. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 7, jednotky č. 1 – 96

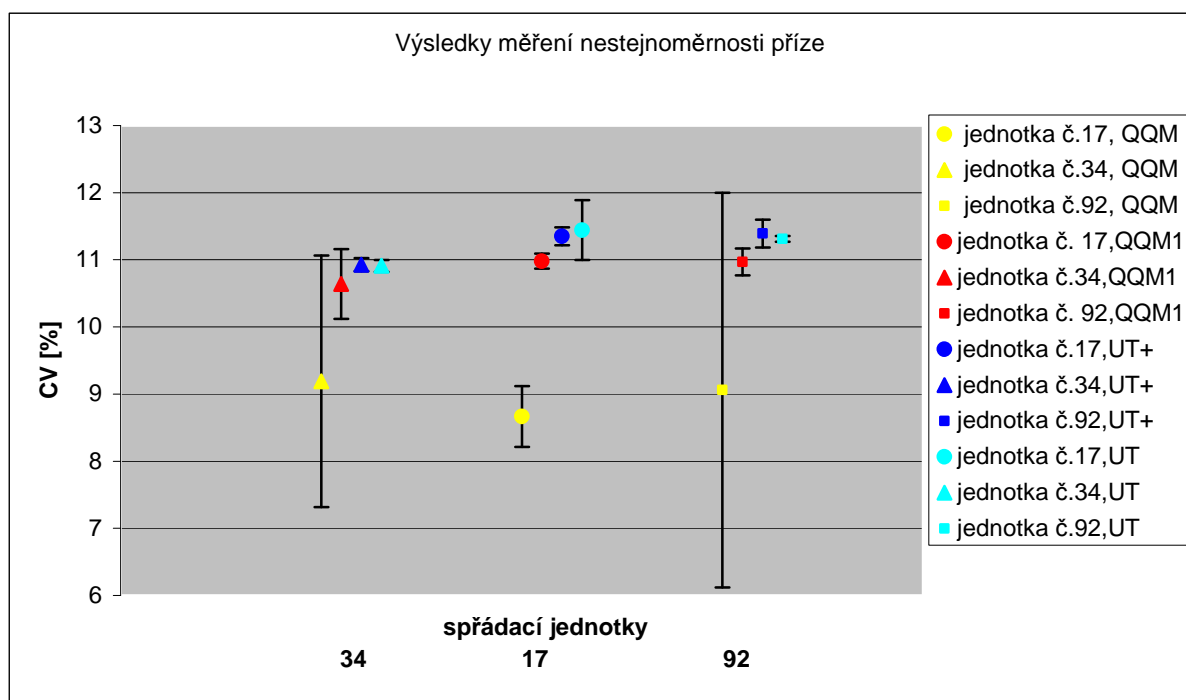


Graf 29. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 7, jednotky č. 96 -192

## Výsledky měření QQM, QQM1, UT+, UT

Tab. 12 Výsledky měření nestejnomyšnosti přize - dopřádací stroj č. 7

Stroj č. 7	Typ měření	Průměr CV [%]	Var CV [%]	Směrodatná. odchylka CV [%]	95 % IS střední hodnoty
Jednotka č. 17	QQM	8,666	2,097	0,182	(8,215 ; 9,118)
	QQM1	10,98	0,822	0,090	(10,868 ; 11,092)
	UT+	11,352	0,943	0,107	(11,219 ; 11,485)
	UT	11,443	1,564	0,179	(11,001 ; 11,886)
Jednotka č. 34	QQM	9,19	8,215	0,755	(7,316 ; 11,064)
	QQM1	10,64	1,502	0,159	(10,447 ; 11,489)
	UT+	10,928	0,71	0,078	(10,832 ; 11,024)
	UT	10,91	0,33	0,036	(10,820 ; 10,999)
Jednotka č. 92	QQM	9,06	13,071	1,184	(6,120 ; 11,999)
	QQM1	10,968	3,823	0,419	(10,441 ; 10,839)
	UT+	11,392	1,460	0,166	(11,185 ; 11,599)
	UT	11,31	0,153	0,017	(11,267 ; 11,353)



Graf 30. Výsledky měření nestejnomyšnosti přize - rotorový dopřádací stroj č. 7

## **Závěr z měření nestejnoměrnosti příze na rotorovém dopřádacím stroji č. 7**

### 1. Nestejnoměrnost příze měřená v provozu firmy

#### **QQM**

Při provozním měření se intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 34-17, 17-92, 34-92. Rozdíly mezi středními hodnotami  $CV$  [%] jsou mezi spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné. V tomto měření měly jednotky č. 34 a 92 velký variační koeficient. Tento trend již v dalším měření nepokračoval. Lze usuzovat, že zde proběhl zásah čističe.

Výsledky indikačního měřicího modulu zde potvrzeny nebyly.

### 2. Nestejnoměrnost příze měřená v laboratořích

#### **A)QQM1**

Výsledek měření  $QQM1$  je obdobný jako v případě  $QQM$  - rozdíly mezi středními hodnotami  $CV$  [%] jsou mezi spřádacími jednotkami č.34, 17, 92 statisticky nevýznamné.

Indikační měření zde potvrzeno nebylo.

#### **B) UT+**

Při tomto měření se intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] překrývaly pouze mezi jednotkami č. 17-92. Rozdíly mezi středními hodnotami  $CV$  [%] jsou mezi spřádacími jednotkami č. 17-92 statisticky nevýznamné.

Mezi jednotkami č. 34-17, 34-92 se intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] nepřekrývaly. Rozdíly mezi středními hodnotami  $CV$  [%] jsou mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky významné.

Výsledky indikace zde potvrzeny nebyly.

#### **C) UT**

##### **1. Výsledky měření nestejnoměrnosti příze**

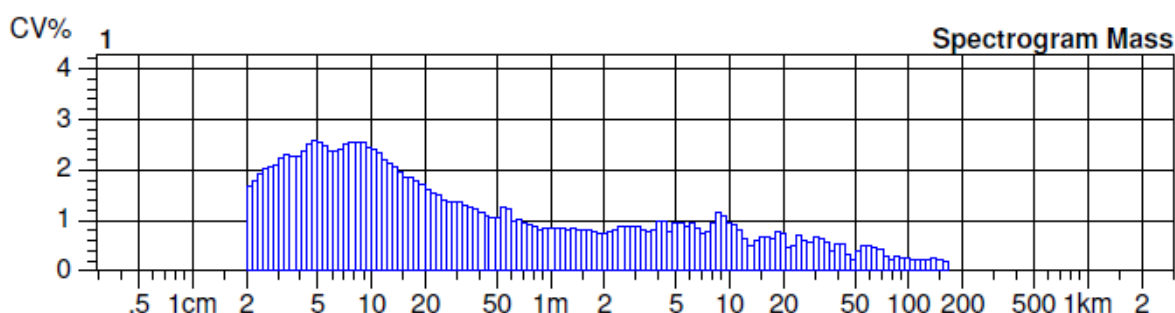
Při tomto měření se intervaly spolehlivosti středních hodnot [%] překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 17-92. Rozdíly středních hodnot  $CV$  [%] jsou mezi těmito spřádacími jednotkami statisticky nevýznamné.



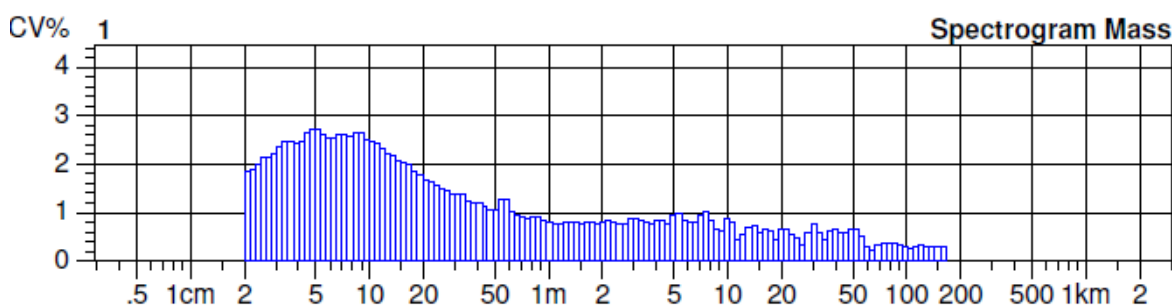
Mezi spřádacími jednotkami č. 34-17, 34-92 se intervaly spolehlivosti středních hodnot  $CV$  [%] nepřekrývaly. Rozdíly středních hodnot  $CV$  [%] jsou zde statisticky významné. (Rozdíl mezi horní mezí 95% IS spřádací jednotky č. 34 a dolní mezí 95% IS spřádací jednotky č. 17 je 0,002. I když se intervaly spolehlivosti nepřekrývaly, je rozdíl mezi horní mezí 95% IS jednotky č. 17 a dolní mezí 95% IS jednotky č. 34 zanedbatelný.)

Výsledky indikačního měření zde nebyly potvrzeny.

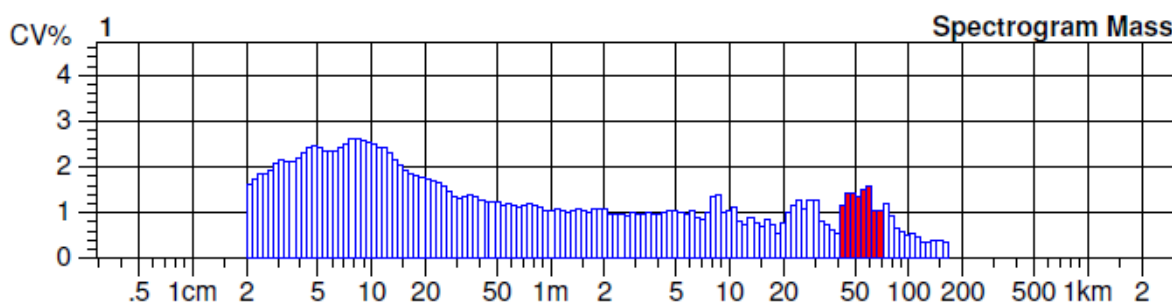
## 2. Spektrogramy



Graf 31. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 35 rotorového dopřádacího stroje č. 7



Graf 32. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 17, rotorového dopřádacího stroje č. 7



Graf 33. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 92, rotorového dopřádacího stroje č. 7

Spektrogramy ze spřádacích jednotek č. 35, 17 nevykazují žádná chybová spektra.

U spektrogramu příze ze spřádací jednotky č. 92 je kupovité spektrum na vlnové délce 50m.

Příčinou vzniku této periodické nestejnoměrnosti jsou pravděpodobně průtahové vlny v průtahovém ústrojí posukovacího stroje.

### Zhodnocení

Výsledek indikačního měření nebyl potvrzen ani v jednom měření. Nejnižší hodnoty CV [%] v laboratorním měření (QQM1,UT+,UT) vykazovala spřádací jednotka č. 34, jež byla vytipována indikačním měřením jako chybně spřádající. Nelze tedy jednotky č. 17 a 34 označit jako chybně spřádající.

## 3.3.6 Rotorový dopřádací stroj č. 8

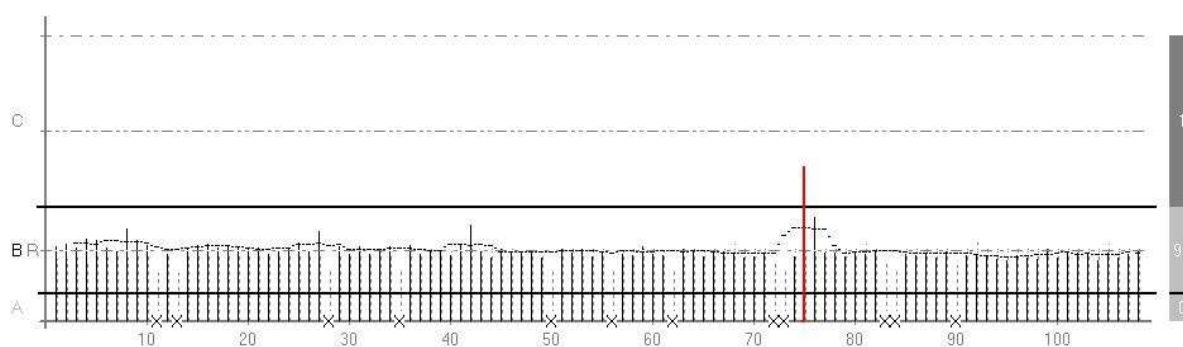
### Indikační měření

Výsledky indikačního měření:

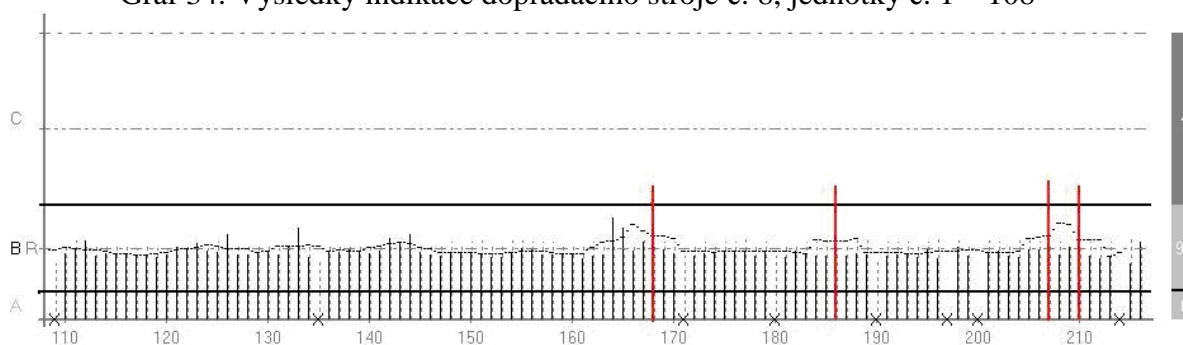
Tab. 13 Výsledky měření modulem *indikace*

<b>Počet spřádacích jednotek</b>	216
<b>Jednotky mimo provoz</b>	11, 13, 28, 35, 50, 56, 62, 72, 73, 83, 84, 90, 109, 135, 171, 180, 190, 197, 200, 214
<b>Jednotky s CV% mimo hranici B</b>	75, 168, 186, 207, 210
<b>Zástupci dobře spřádajících jednotek</b>	187
<b>Zástupci špatně spřádajících jednotek</b>	210, 75

Grafické výsledky indikace dopřádacího stroje č. 8:



Graf 34. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 8, jednotky č. 1 – 108

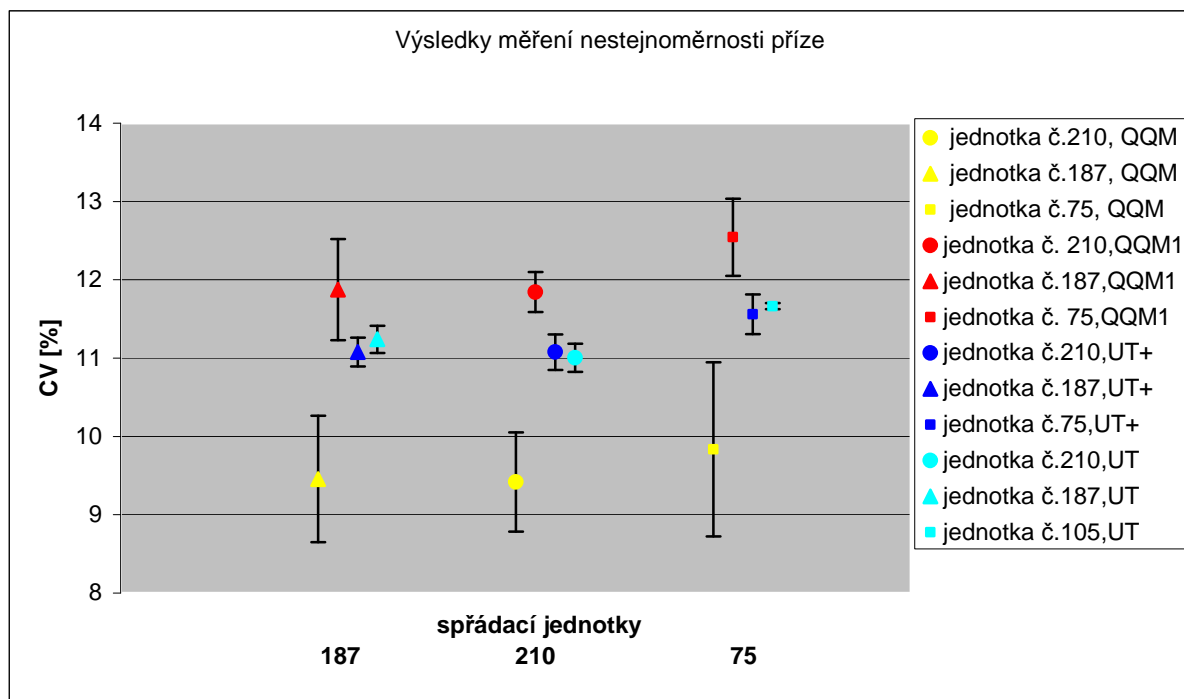


Graf 35. Výsledky indikace dopřádacího stroje č. 8, jednotky č. 109 – 216

## Výsledky měření QQM, QQM1, UT+, UT

Tab. 14 Výsledky měření nestejnomyšnosti příze - dopřádací stroj č. 8

Stroj č. 8	Typ měření	Průměr CV [%]	Var CV [%]	Směrodatná. odchylka CV [%]	95 % IS střední hodnoty
Jednotka č. 210	QQM	9,417	2,712	0,255	(8,783 ; 10,051)
	QQM1	11,844	1,726	0,204	(11,59 ; 12,098)
	UT+	11,076	1,649	0,183	(10,849 ; 11,303)
	UT	11,003	0,657	0,072	(10,823 ; 11,183)
Jednotka č. 187	QQM	9,457	3,440	0,325	(8,649 ; 10,264)
	QQM1	11,874	4,366	0,518	(11,23 ; 12,518)
	UT+	11,078	1,333	0,148	(10,894 ; 11,262)
	UT	11,24	0,622	0,07	(11,066 ; 11,414)
Jednotka č. 75	QQM	9,837	4,551	0,448	(8,725 ; 10,948)
	QQM1	12,544	3,16	0,396	(12,051 ; 13,036)
	UT+	11,56	1,755	0,203	(11,308 ; 11,812)
	UT	11,663	0,131	0,015	(11,625 ; 11,701)



Graf 36. Výsledky měření nestejnomyšnosti příze - rotorový dopřádací stroj č.8

## **Závěr z měření nestejnoměrnosti příze na rotorovém dopřádacím stroji č. 8**

### 1. Nestejnoměrnost příze měřená v provozu firmy

#### **QQM**

V tomto měření se intervaly spolehlivosti středních hodnot CV [%] překrývaly mezi spřádacími jednotkami č. 187-210, 210-75, 187-75. Rozdíly mezi středními hodnotami CV [%] jsou u těchto spřádacích jednotek statisticky nevýznamné.

### 2. Nestejnoměrnost příze měřená v laboratořích

#### **A)QQM1**

Výsledek měření *QQM1* je obdobný jako u *QQM* : rozdíly středních hodnot kvadratické nestejnoměrnosti jsou u jednotek č. 187, 210, 75 statisticky nevýznamné. Jak v měření *QQM* tak v *QQM1* se výsledky indikačního měření nepotvrdily.

#### **B)UT+**

Při tomhle měření se intervaly spolehlivosti střední hodnoty překrývaly mezi spřádajícími jednotkami 187-210. Rozdíly středních hodnot CV [%] jsou mezi těmito spřádajícími jednotkami statisticky nevýznamné.

Intervaly spolehlivosti se nepřekrývaly mezi spřádajícími jednotkami č. 210-75, 187-75. Rozdíly středních hodnot kvadratické nestejnoměrnosti jsou u těchto jednotek statisticky významné.

(Rozdíl mezi horní mezí 95% IS spřádací jednotky č. 187 a dolní mezí 95% IS spřádací jednotky č. 75 je 0,005. I když se intervaly spolehlivosti nepřekrývaly, je rozdíl mezi dolní mezí 95% IS jednotky č. 75 a horní mezí 95% IS jednotky č.187 zanedbatelný.)

Výsledky indikačního měření zde nebyly potvrzeny.

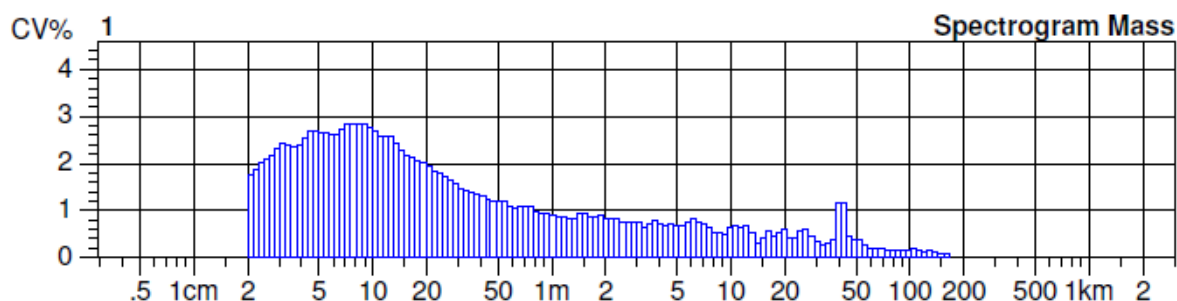
#### **C)UT**

##### **1. Výsledek měření nestejnoměrnosti příze**

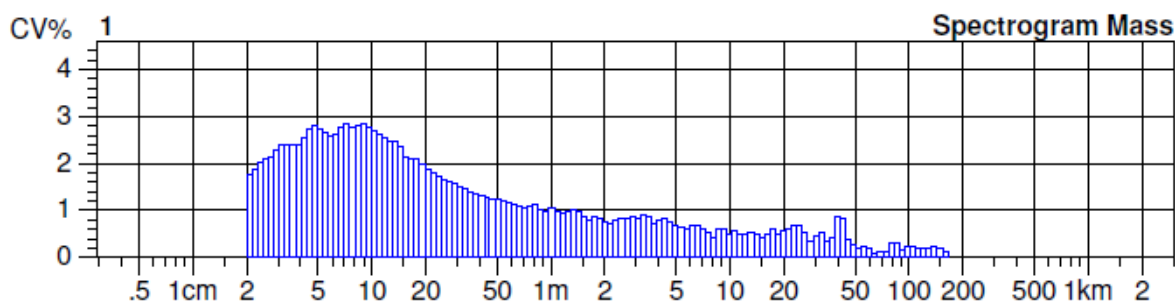
U tohoto měření se intervaly spolehlivosti středních hodnot CV [%] překrývaly mezi jednotkami č. 187-210. Rozdíly středních hodnot CV [%] jsou zde statisticky

nevýznamné. Mezi spřádacími jednotkami č. 187-75, 210-75 se intervaly spolehlivosti nepřekrývaly. Rozdíly středních hodnot  $CV$  [%] jsou mezi těmito jednotkami statisticky významné. Výsledky indikačního měření zde potvrzeny nebyly.

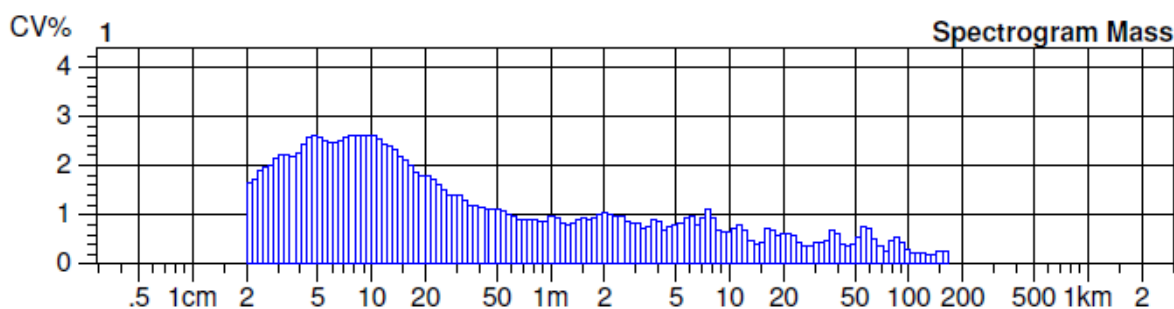
## 2. Spektrogramy



Graf 37 Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 75 rotorového dopřádacího stroje č. 8



Graf 38. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 210 rotorového dopřádacího stroje č. 8



Graf 39. Spektrogram příze ze spřádací jednotky č. 187 rotorového dopřádacího stroje č. 8

Na spektrogramech přízí ze spřádacích jednotek č. 75, 210 jsou shodně vidět charakteristická spektra na vlnové délce 40m. Příčinou vzniku této periodické nestejnoměrnosti je pravděpodobně závada na posukovacím stroji.

Na spektrogramu ze spřádací jednotky č. 187 nejsou vidět žádná významně zvýšená spektra. Tento spektrogram se ze všech tří blíží ideálnímu tvaru nejvíce.

### **Zhodnocení:**

Nejvyšší hodnoty  $CV$  [%] vykazovala příze odtahovaná ze spřádací jednotky č. 75, jež byla identifikována jako dobře spřádající. Nelze tedy označit jednotky 187, 210 za chybně spřádající. Indikační měření nebylo potvrzeno ani v jednom měření.

### **3.4 Zhodnocení výsledků měření nestejnoměrnosti příze na rotorových dopřádacích strojích**

Provozní měření modulem *zdroj dat* vykazovalo u některých přízí velkou variabilitu nestejnoměrnosti příze, která se již v laboratorním měření neobjevila. Možné příčiny vzniku vysoké variability:

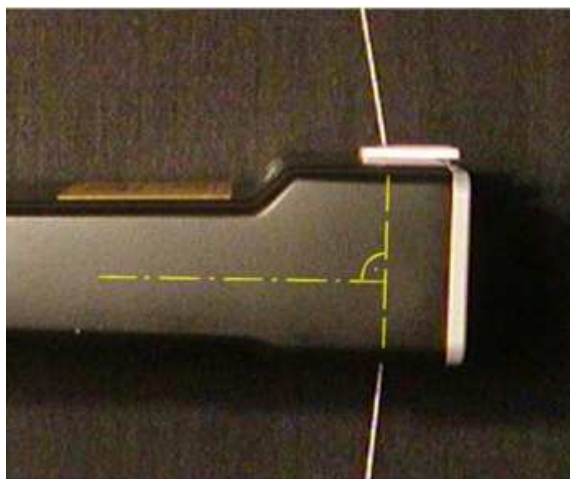
1. Měřicí čidlo bylo ovlivněno vysokou prašností v přádelně.
2. Chyba v měření.
3. Čistič odstranil vadné místo na přízi.

Měření modulem *zdroj dat* probíhalo několik minut po *indikačním* měření. Za tuto dobu mohl čistič na vytipované špatné spřádací jednotce chybné místo odstranit. Hodnota  $CV$  [%] příze odtahované ze „špatné“ spřádací jednotky by byla na stejné hodnotě, jako u ostatních "dobře" spřádajících jednotek. Indikační měření by tedy nebylo možné potvrdit. Je zde také možnost výskytu chyby v měření nebo zkreslení výsledků prachem v přádelně.

V provozu firmy byl experiment zaměřen pouze na rotorové dopřádací stroje. Obtížná manipulace s měřicí hlavou a časté přetrhy příze, přiměly k rozhodnutí měřit přízi před čističem příze.

V rámci experimentu byla snaha provést měření nestejnoměrnosti příze i na prstencových dopřádacích strojích. Avšak díky častým přetrhům příze, ke kterým docházelo v průběhu měření bylo rozhodnuto od toho měření upustit.

**Zdůvodnění rozhodnutí:** Při správné pozici snímací hlavy měřicího přístroje, musí svírat měřená příze a snímací hlava úhel  $90^\circ$ . Rovněž je nutné, aby se měřená příze přímo dotýkala keramických vodičů snímací hlavy. Toho se docílí mírným zatlačením snímací hlavy do příze – viz obr. 14.



Obr. 13 Správná pozice měřicího čidla a příze [4]

Po dodržení těchto dvou podmínek dochází k měření příze a zápisu dat do PSIONU. Po přiložení měřicí hlavy do cesty příze mezi vodič příze a odváděcí válečky průtahového ústrojí prstencového dopřádacího stroje, a po mírném zatlačení snímací hlavy do příze došlo téměř vždy k jejímu přetrhu. Bez zatlačení snímací hlavy do příze čidlo neměřilo. I při použití stojanu přesně konstruovaného pro přístroj QQM-3, se dosahovalo vysoké přetrhovosti příze. Vzhledem k poměru naměřených dat a počtu přetrhaných přízí se experiment měření nestejnoměrnosti příze přístrojem QQM-3 přímo na prstencových dopřádacích strojích zamítnul.

### 3.5 Vady v přízi

Při měření nestejnoměrnosti příze v laboratoři KTT byly také sledovány počty vad v přízi zjištěné jak přístrojem QQM-3, tak UT 4 SX. Byly hodnoceny počty vad na těchto hranicích úbytku či přírůstku příze: slabá místa -50%, silná místa +50%. Pro rotorovou přízi se běžně sledují nopky na hranici +280%. Měřicí přístroje QQM-3 a UT 4SX měří nopky na odlišných hranicích (QQM-3 na hranici +100, +150%; UT 4SX na hranici +140% , 200%, 280%, 400%). Aby mohly být výsledky nopků z přístrojů QQM-3 a UT 4SX mezi sebou porovnány, byly zvoleny hranice, na kterých budou nopky sledovány. Pro přístroj QQM-3 byla zvolena hranice +150%, u přístroje UT 4SX se bude sledovat hranice +140%. V tab. 15, 16, 17, 18, 19, 20 budou nopky vzhledem k odlišným kontrolním hranicím u QQM-3 a UT 4SX označeny pouze jako nopky. Vzhledem k odlišnosti principu měření příze u přístrojů QQM-3 a UT 4SX, lze očekávat i odlišné hodnoty počtu vad v přízi.

Z naměřených hodnot bylo pro každou vadu v přízi vypočteno: střední hodnota dle vztahu (16), variační koeficient dle vztahu (17), interval spolehlivosti střední hodnoty sledované veličiny dle vztahů (20, 21) nebo dle vztahu (22).

### 3.5.1 Rotorový dopřádací stroj č. 4

Tab. 15 Naměřené počty vady v přízi - rotorový dopřádací stroj č. 4

Stroj č. 4		UT +			QQM1		
Jedn.	Typ vady	Prům.	var	95% IS	Prům.	var	95% IS
Jedn. č. 85	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	4	162,980	(2,443 ; 6,177)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	626	69,799	(231,279 ; 1020,72)
	Nopky	82	24,23	(57,29 ; 106,709)	2	136,931	(0,995 ; 3,678)
Jedn. č. 105	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	1	223,607	(0,325 ; 2,333)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	647	60,581	(292,917 ; 1001,09)
	Nopky	83	29,69	(60,734 ; 105,266)	4	104,583	(2,443 ; 6,177)
Jedn. č. 86	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	0	0	(0 ; 0)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	600	62,53	(261,07 ; 938,93)
	Nopky	44	47,13	(25,267 ; 62,732)	5	100	(3,236 ; 7,81)

Měřením počtu vad v přízi přístrojem Uster Tester IV SX nebyla v přízích ze spřádacích jednotek č. 85, 105, 86 zaznamenána žádná slabá ani silná místa na hranici  $\pm 50\%$ . Příze ze spřádacích jednotek č. 85 a 105 vykazují statisticky významně vyšší hodnoty počtu nopků v porovnání s přízí z jednotky č. 86.

Při měření počtu vad přístrojem QQM-3 nebyla u příze z jednotky č. 86 zaznamenána žádná slabá místa. Rozdíly v počtu středních hodnot slabých míst příze z jednotky č. 85 a 105 jsou statisticky významné. Co se týká ostatních sledovaných vad, nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly v počtu vad mezi přízemi z uvedených spřádacích jednotek. Příze vykazovaly podstatně větší hodnoty silných míst na hranici  $+50\%$  v porovnání s počty slabých míst na hranici  $-50\%$ .



### 3.5.2 Rotorový dopřádací stroj č. 3

Tab. 16 Naměřené vady v přízi na rotorovém dopřádacím stroji č. 3

Stroj č. 3		UT +			QQM1		
Jedn.	Typ vady	Prům.	var	95% IS	Prům.	var	95% IS
Jedn. č. 16	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	2	137	(0,959 ; 3,678)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	1099	15,54	(944,65 ; 1253,34)
	Nopky	33	31,41	(23,634 ; 42,366)	0	0	(0 ; 0)
Jedn. č. 10	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	3	223,6	(1,679 ; 4,948)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	1459	58,81	(683,85 ; 2234,14)
	Nopky	28	51,44	(23,554 ; 33,041)	2	136,9	(0,959 ; 3,678)
Jedn. č. 63	Slabá místa -50% / 1km	1	223,6	(0,324 ; 2,333)	6	37,26	(1,237 ; 8,565)
	Silná místa +50% / 1km	3	149,07	(1,679 ; 4,948)	1151	17,63	(967,597 ; 1334,40)
	Nopky	46	14,17	(40,111 ; 51,889)	2	137	(0,959 ; 3,678)

Měřením počtu vad přístrojem UT 4 SX nebyla v přízích ze spřádacích jednotek č. 16, 10 zaznamenána žádná silná a slabá místa na hranici  $\pm 50\%$ . Příze ze spřádací jednotky č. 63 vykazuje statisticky významně vyšší hodnoty počtu nopků v porovnání s přízí z jednotky č. 10. a č. 16.

Při měření počtu vad přístrojem QQM-3 nebyly mezi přízemi ze spřádacích jednotek č. 16, 10, 63 u slabých a silných míst zaznamenány významné statistické rozdíly.

Příze ze spřádacích jednotek č. 10, 63 vykazovala statisticky významně vyšší hodnoty nopků než u příze ze spřádací jednotky č. 16.

### 3.5.3 Rotorový dopřádací stroj č. 61

Tab. 17 Naměřené vady v přízi - rotorový dopřádací stroj č. 61

Stroj č. 61		UT +			QQM1		
Jedn.	Typ vady	Prům.	var	95% IS	Prům.	var	95% IS
Jedn. č. 34	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	0	0	(0 ; 0)
	Silná místa +50% / 1km	5	223,60	(3,236 ; 7,142)	184	33,35	(128,551 ; 239,448)
	Nopky	25	121,834	(20,809 ; 29,78)	0	0	(0 ; 0)
Jedn. č. 39	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	3,75	127,6	(1,679 ; 4,979)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	195	40,54	(110,80 ; 279,195)
	Nopky	4	101,66	(2,443 ; 6,17)	2,5	115,4	(0,959 ; 3,678)
Jedn. č. 71	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	0	0	(0 ; 0)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	266	21,11	(215,258 ; 316,741)
	Nopky	20	58,329	(16,272 ; 24,325)	0	0	(0 ; 0)

Měřením počtu vad přístrojem Uster Tester 4SX nebyla v přízích ze spřádacích jednotek č. 34, 39, 71 zaznamenána žádná slabá místa na hranici -50%. Příze ze spřádací jednotky č. 34 vykazuje statisticky významně vyšší hodnoty silných míst v porovnání s přízemi ze spřádacích jednotek č. 39, 71. Příze ze spřádacích jednotek č. 34, 71 vykazují statisticky významně vyšší hodnoty nopků v porovnání s přízí ze spřádací jednotky č. 39.

Měřením počtu vad přístrojem QQM-3 nebyla v přízích ze spřádacích jednotek č. 34, 71 nebylo zaznamenáno žádné slabé místo na hranici -50%. Mezi středními hodnotami silných míst +50% nejsou mezi přízemi ze spřádacích jednotek č. 34, 39, 71 statisticky významné rozdíly. Příze vypřádaná ze spřádací jednotky č. 39 vykazuje statisticky významně vyšší hodnoty nopků v porovnání s přízemi ze spřádacích jednotek č. 34, 71.

### 3.5.4 Rotorový dopřádací stroj č. 7

Tab. 18 Naměřené vady v přízi na rotorovém dopřádacím stroji č. 7

Stroj č. 7		UT +			QQM1		
Jedn.	Typ vady	Prům.	var	95% IS	Prům.	var	95% IS
Jedn. č. 17	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	2	223,606	(0,995 ; 3,678)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	857	15,472	(737,214 ; 976,78)
	Nopky	137	8,402	(122,689 ; 151,31)	2	136,93	(0,995 ; 3,678)
Jedn. č. 92	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	2	136,93	(0,995 ; 3,678)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	789	17,065	(667,363 ; 910,637)
	Nopky	121	24,516	(84,119 ; 157,880)	3	223,6	(1,679 ; 4,948)
Jedn. č. 35	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	3	149,071	(1,679 ; 4,948)
	Silná místa +50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	697	22,897	(552,828 ; 841,17)
	Nopky	48	28,144	(31,204 ; 64,795)	4	104,58	(2,443 ; 6,177)

Měřením počtu vad přístrojem UT 4SX nebyla v přízích ze spřádacích jednotek č. 17, 92, 35 zaznamenána žádná slabá a silná místa. Příze ze spřádacích jednotek č. 17, 92 vykazují statisticky významně vyšší hodnoty nopků v porovnání s přízí ze spřádací jednotky č. 35.

Při měření počtu vad přístrojem QQM-3 nebyly mezi přízemi ze spřádacích jednotek č. 17, 92, 35 u slabých, silných míst a nopků nalezeny významné statistické rozdíly.

### 3.5.5 Rotorový dopřádací stroj č. 8

Tab. 19 Naměřené vady v přízi na rotorovém dopřádacím stroji č. 8.

Stroj č. 8		UT +			QQM1		
Jedn.	Typ vady	Prům.	var	95% IS	Prům.	var	95% IS
Jedn. č. 75	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	9	106,8 6	(6,56 ; 12,042)
	Silná místa +50% / 1km	13	88,545	(10,033 ; 16,57)	1609	13,50 1	(1412,75 ; 1805,24)
	Nopky	321,8	14,513	(279,609 ; 363,99)	27	10,72	(22,63 ; 31,95)
Jedn. č. 210	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	3	149,0 72	(1,679 ; 4,948)
	Silná místa +50% / 1km	5	70,71	(3,236 ; 7,381)	1238	23,46	(975,62 ; 1500,37)
	Nopky	141	12,129	(125,549 ; 156,45)	12	23,57	(9,157 ; 15,45)
Jedn. č. 187	Slabá místa -50% / 1km	0	0	(0 ; 0)	4	162,9 8	(2,443 ; 6,177)
	Silná místa +50% / 1km	1	223,607	(0,324 ; 2,333)	1392	31,62 6	(994,303 ; 1789,69)
	Nopky	103	11,691	(92,122 ; 113,878)	6	48,49 7	(4,048 ; 8,565)

Měřením počtu vad přístrojem UT 4SX nebyly zjištěny u spřádacích jednotek č. 75, 210, 187 žádná slabá místa. U silných míst a nopků jsou mezi přízemi ze spřádacích jednotek č. 75-210, 75-187, 210-187 statisticky významné rozdíly.

Měřením počtu vad přístrojem QQM-3 vykazuje příze ze spřádací jednotky č. 75 statisticky významně vyšší hodnoty slabých míst v porovnání s přízemi ze spřádacích jednotek č. 210, 187. U silných míst jsou mezi spřádacími jednotkami č. 75-210, 75-187, 210-187 statisticky nevýznamné rozdíly. U nopků, příze ze spřádací jednotky č. 75 vykazuje statisticky významně vyšší hodnoty v porovnání s přízemi ze spřádacích jednotek č. 210, 187.

### 3.5.6 Rotorový dopřádací stroj č. 1

Tab. 20 Naměřené vady v přízi na rotorovém dopřádacím stroji č. 1.

Stroj č. 1		UT +			QQM1		
Jedn.	Typ vady	Prům.	var	95% IS	Prům.	var	95% IS
Jedn. č. 178	Slabá místa -50% / 1km	8	83,85	(5,715 ; 10,89)	7	39,12	(4,875 ; 9,735)
	Silná místa +50% / 1km	33	40,94	(16,204 ; 49,795)	1025	27,32	(676,81 ; 1373,19)
	Nopky	1673	5,89	(1550,42 ; 1795,57)	4	162,9	(2,443 ; 6,17)
Jedn. č. 63	Slabá místa -50% / 1km	12	47,51	(9,157 ; 15,44)	12	108,6	(9,157 ; 15,44)
	Silná místa +50% / 1km	30	45,64	(25,39 ; 35,20)	1089	26,11	(737,507 ; 1442,49)
	Nopky	1701	7,6	(1540,37 ; 1861,62)	151	39,13	(77,526 ; 224,473)
Jedn. č. 115	Slabá místa -50% / 1km	4	104,58	(2,443 ; 6,17)	30	159,8	(25,39 ; 35,20)
	Silná místa +50% / 1km	22	12,45	(18,081 ; 26,51)	1146	67,61	(1054 ; 1242)
	Nopky	1757	6,92	(1605,77 ; 1908,22)	7	108,3	(4,875 ; 9,735)

Měřením počtu vad přístrojem UT 4SX vykazuje příze ze spřádací jednotky č. 63 statisticky významně vyšší hodnoty slabých míst v porovnání s přízí ze spřádací jednotky č. 115. U silných míst a nopků nebyly zjištěny u přízí ze spřádacích jednotek č. 178, 63, 115 významné statistické rozdíly.

Měřením počtu vad přístrojem QQM-3, příze ze spřádací jednotky č. 115 vykazovala u slabých míst statisticky významně vyšší hodnoty v porovnání s přízemi ze spřádacích jednotek č. 178, 63. U silných míst nebyly nalezeny mezi spřádacími jednotkami statisticky významné rozdíly. U nopků, příze ze spřádací jednotky č. 63 vykazuje statisticky významně vyšší hodnoty v porovnání s přízemi ze spřádacích jednotek č. 178, 115.

### 3.5.7 Zhodnocení počtu vad v přízi

Porovnáním počtu vad naměřených přístrojem QQM-3 a UT 4-SX lze konstatovat, že počty silných míst naměřených přístrojem QQM-3 dosahují podstatně vyšších hodnot v porovnání s počty vad naměřených přístrojem UT 4 SX. V případě nopků je trend opačný. Rozdílnost naměřených výsledků je způsobená odlišným principem měření (popsáno v kapitole 2.3). QQM-3 měří vady optickým způsobem, tj. zaznamenává kolísání průměru příze, zatímco UT pracující na kapacitním principu měření zaznamenává vady coby kolísání hmoty vláken.

Příčina vysoké variability počtu vad zjišťovaných přístrojem QQM-3 může spočívat v malém počtu měření. Pro další práce je tedy doporučeno buď zvýšit počet měření při stanovení počtu vad přístrojem QQM-3, nebo proměřovat větší délkový úsek

Nulové hodnoty silných a slabých míst na hranici 50% vyjadřují dobrou funkci čističů příze.

### 3.6 Porovnání naměřených hodnot z přístrojů QQM-3 a UT 4SX

V rámci práce byly rovněž sledovány míry lineárních závislosti mezi naměřenými hodnotami kvadratické nestejnoměrnosti CV [%] příze z přístroje QQM-3 a UT 4 SX na různých délkových úsecích, viz tab. 21.

Tab. 21 Porovnávané úsečky mezi UT 4SX a QQM-3

QQM-3	UT 4SX
2 mm	10 mm
10 mm	10 mm
1000 mm	1000mm
3000 mm	3000 mm
10000 mm	10000 mm

Metodou nejmenších čtverců byl vypočten koeficient korelace mezi naměřenými daty z jednotlivých přístrojů. Nejprve však data byla statisticky testována na normalitu a homogenitu.

### Lineární závislost mezi CV [%] z přístrojů QQM-3 a UT 4SX

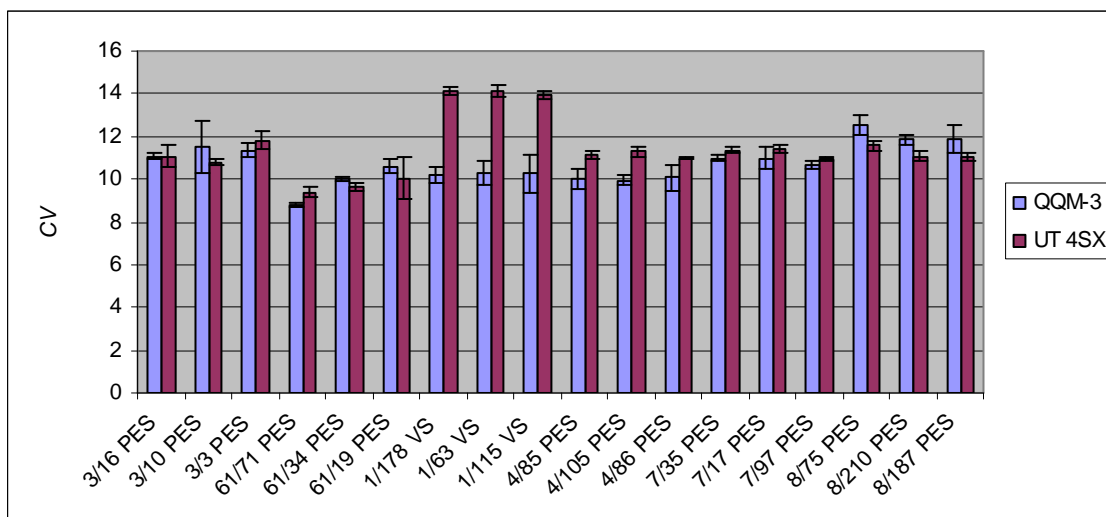
Koeficient korelace vyšel  $R=0,041$ . Nebyla zde potvrzena závislost mezi hodnotami CV z přístrojů QQM-3 a UT 4SX. Vzhledem k odlišným výsledkům z jiných prací viz. [8] byly hledány příčiny tohoto výsledku.

V grafu č. 40 jsou znázorněny průměrné kvadratické hmotové nestejnoměrnosti přízí z jednotlivých cívek zjištěné přístroji QQM-3 a UT 4SX. Hodnoty pro graf č. 40 byly získány z měření *QQMI* a *UT+*. Nestejnoměrnost naměřená přístrojem UT 4SX u příze z rotorového doprřadacího stroje č.1 se výrazně vychyluje proti ostatním naměřeným hodnotám. K tak velkému rozdílu nestejnoměrností došlo pouze u stroje č.1, kde se v době experimentu vypřádal viskózní materiál ZEDER VISKOZA. U ostatních rotorových doprřadacích strojů, které zpracovávaly polyesterový materiál, k takovému vychýlení hodnot nedošlo. Korelační koeficient se tedy vypočítal pro každý materiál zvlášť viz tab. 22.

Tab. 22 Výsledky korelačních koeficientů pro jednotlivé materiály

Délkový úsek [mm]		Korelační koeficient R	
UT 4SX	QQM-3	VS	PES
[10mm]	[2mm]	0,589	0,807
[10mm]	[10mm]	0,336	0,422
[1000mm]	[1000mm]	0,362	0,749
[3000mm]	[3000mm]	0,549	0,72
[10000mm]	[10000mm]	0,58	0,694

Byla stanovena statistická významnost korelačních koeficientů dle vztahu (25) pomocí programu QCexpert. Statisticky významné korelační koeficienty jsou vyznačeny barevně. Pokud je korelační koeficient počítán pro všechny měření (tedy i materiály), není zjištěna závislost mezi naměřenými hodnotami CV [%]. Za příčinu vzniku tohoto problému lze označit odlišnost měřeného materiálu. V době experimentu se viskózní materiál vypřádal pouze na rotorovém doprřadacím stroji č. 1, nebylo možné proto tuto domněnku potvrdit proměřením dalšího BD, který by vypřádal viskózu.

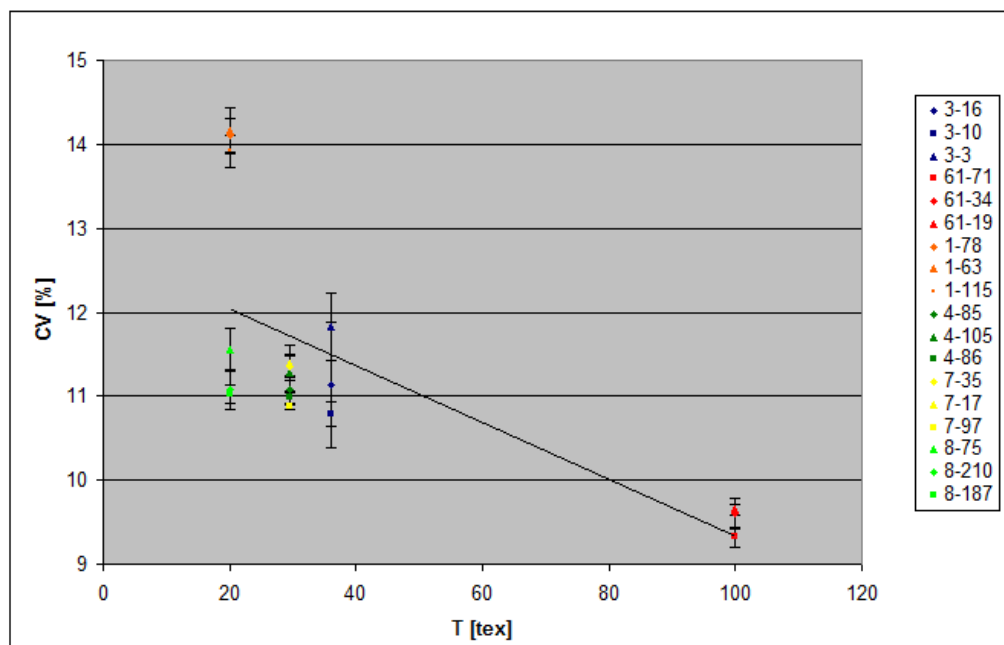


Graf 40. Nestejnoměrnost jednotlivých přízí na délkovém úseku UT 4SX [10mm] a QQM-3 [2mm].

### Závislost $CV$ na $T$

V rámci práce byl sledován vliv jemnosti příze na úroveň kvadratické nestejnoměrnosti  $CV$  [10mm] měřené přístrojem UT 4SX. Byla použita data získaná při měření označeném  $UT+$ .

Korelační koeficient  $R$  mezi naměřenými hodnotami  $CV$  [%] a jejich příslušnou  $T$  [tex] vyšel  $R=-0,668$ . Koeficient korelace  $R$  je statisticky významný na hladině  $\alpha=0,05$ . V grafu č. 41 je znázorněna závislost jemnosti  $T$  [tex] na kvadratické nestejnoměrnosti  $CV$  [%]. Barevné body v grafu znamenají hodnoty kvadratických nestejnoměrností jednotlivých přízí a jejich příslušné intervaly spolehlivosti.



Graf 41. Detail grafu závislosti jemnosti příze na  $CV$  [%].



Z grafu je patrné, že s rostoucí jemností příze (vyšší hodnota v jednotkách tex) klesá nestejnoměrnost příze. Závislost jemnosti příze na kvadratické nestejnoměrnosti vychází z *Martindaelova* vztahu (4). Pokud tedy vzroste počet vláken v průřezu délkového vlákenného útvaru, klesne hodnota  $CV_{lim}$ .

## 4. ZÁVĚR

### Zhodnocení nákupu QQM-3

#### Pro firmu Kümpers

Ve firmě jsou na rotorových dopřádacích strojích nainstalovány čističe příze. Výsledky provozního měření modulem *zdroj dat* vykazovaly u některých přízí velkou variabilitu nestejnoměrnosti příze, která se již při laboratorním měření neprojevila. Tuto skutečnost lze vysvětlit dobrou funkcí čističe příze (firma používá čističe příze firmy Corolab), který místo s vysokou nestejnoměrností včas odstranil. (O dobré funkci čističů příze svědčí i nulové hodnoty silných a slabých míst v přízích vypřádané ze spřádacích jednotek). Pořízení přístroje QQM-3 není účelné firmě doporučit.

#### Zdůvodnění:

1. Funkčnost čističů na rotorových dopřádacích strojích zde byla potvrzena.
2. Nemožnost měření nestejnoměrnosti příze na prstencových dopřádacích strojích.
3. Měření modulem *indikace* se v průmyslové praxi neosvědčilo.
4. Firma je vybavena přístrojem pro měření nestejnoměrnosti příze Uster Tester.

Nákup QQM-3 firmě Kümpers lze doporučit v případě, pokud si chce průběžně kontrolovat kvalitu příze a funkčnost čističů příze. Nákupem přístroje by firma ne získala výrazný technologický přínos.

#### Pro firmu, která nedisponuje žádným měřícím aparátem

I přestože *indikační* měření v experimentu nebylo potvrzeno, lze nákup přístroje QQM-3 doporučit firmě, která nedisponuje žádným měřícím aparátem pro kvalitu příze (z hlediska nestejnoměrnosti).

### **Zdůvodnění:**

1. Vzhledem k brzkému nástupci QQM-4 lze starší verzi měřicího přístroje (QQM-3) zakoupit za výprodejovou cenu 94 450 Kč.<sup>1</sup> Cena pořízení přístroje UT-4 SX a příslušného softwaru je 1 350 000 Kč [13]. Pořizovací cena QQM-3 je tedy několikrát nižší než u přístroje UT-4 SX.
2. Vysoká mobilita měřicího přístroje.
3. Vlhkost v přízi neovlivňuje optické čidlo, lze tedy přízi měřit bez předchozí klimatizace vzorků.

### **Zhodnocení funkčnosti přístroje QQM-3 v průmyslové praxi**

Cílem experimentu bylo zhodnotit funkčnost přístroje QQM-3 v průmyslové praxi. Měření probíhalo ve firmě Kümpers Textil s.r.o. Plavy na rotorových dopřádacích strojích, kde pomocí přístroje QQM-3 měřícím modulem *indikace* byla měřena nestejnomyšlnost příze odtahované ze spřádací jednotky dopřádacího stroje. *Indikačním* modulem byly proměřeny všechny spřádací jednotky na rotorovém dopřádacím stroji. Pro potvrzení *indikačního* měření se vybraly dvě spřádací jednotky, jejichž hodnota CV [%] byla nad hranicí, a jedna spřádací jednotka, jejíž hodnota CV [%] ležela v rozmezí 95% intervalu spolehlivosti středních hodnot CV [%] jednotlivých spřádacích jednotek. Celkem bylo proměřeno 18 spřádacích jednotek (tedy 12 vadných a 6 dobrých). Příze vypřádané z těchto jednotek byly ještě v provozu firmy podrobeny hlubšímu měření na QQM-3. Pro další porovnání naměřených hodnot a možnosti podrobné analýzy příze z vybraných spřádacích jednotek se měření uskutečňovalo v laboratořích KTT-FT-TUL na přístrojích QQM-3 a UT 4SX.

Po konečném zhodnocení výsledků měření nestejnomyšlnosti příze jak přístrojem QQM-3 tak přístrojem UT, lze konstatovat, že výsledky měření v modulu *indikace* (tj. označené spřádací jednotky, vyrábějící přízi se zhoršenou nestejnomyšlností - jednotky vadné) byly potvrzeny pouze v jednom případě. Proměřený úsek o délce 10 m je příliš krátký pro posouzení nestejnomyšlnosti vyráběné příze. Lze tedy konstatovat, že měření v měřícím modulu *indikace* se v průmyslové praxi neosvědčilo. Měřicí modul při stávajícím softwarovém vybavení přístroje QQM-3 není vhodný pro indikaci vadných spřádacích jednotek.

---

<sup>1</sup> Cena je přepočítaná dle aktuálního kurzu ČNB ke dni 5.10.2011. Informace o ceně získaná od p. Bajuse z VÚB a.s. .

Při měření s přístrojem QQM-3 v provozu firmy byla zaznamenána velká citlivost měřicího čidla na prach. V nejednom případě čidlo v průběhu měření přestalo měřit. Čidlo bylo nutné vyčistit lihem a případně nově nahrát software čidla. Poloha čidla při měření v modulu indikace silně ovlivňuje úroveň naměřených hodnot. Pokud se v průběhu měření poloha čidla nepatrně změnila, naměřené hodnoty nestejnoměrnosti příze byly několikanásobně vyšší než u sousedních jednotek. Po opětovném proměření příze hodnoty nestejnoměrnosti příze několikanásobně klesly.

Baterie terminálu PSION vydrží cca 60 min měření. Pokud měření modulem *indikace* trvá déle, než 60 min, baterie se v terminálu vybije a veškerá data jsou ztracena. K terminálu PSION lze připevnit nabíjecí jednotku s přídatným akumulátorem. V této kombinaci vydrží QQM-3 měřit zhruba 6 hodin. Nevýhodou ale je, že má tato kombinace vysokou hmotnost a ztěžuje ovládání terminálu jednou rukou. K přístroji QQM-3 je přidáván stojan, na který se může terminál připojit i s přídatným akumulátorem. Manipulace s tímto stojanem je u rotorových doprřadacích strojů velmi ztížena z důvodu umístění velkopřůměrových konví s pramenem před spřadacími jednotkami.

Po každém měření se data ukládala do PC. Přenosová rychlost se nastavovala na 19200 bitů/vteřinu. Při této rychlosti nedocházelo k zahlcení PSIONU, přenos dat byl plynulý. Vzhledem k nastavené pomalé přenosové rychlosti a objemnosti dat trval přenos jednoho měření modulem *zdroj dat* cca 7min. U každé vytipované spřadací jednotky bylo měření provedeno 3x (tedy cca 21 min trval přenos dat z PSIONU do PC).

K zahlcení PSIONU také docházelo, pokud se naměřená data z terminálu přenášela všechna najednou. Terminál po tomto úkonu nereagoval na žádný pokyn. Bylo nutné vypojit všechny baterie v terminálu, čímž došlo k výmazu všech dat v paměti.

Pro propojení terminálu a PC slouží kabel RS232. Port na tento kabel se používal na starších typech PC a noteboocích (dnes pouze na špičkových noteboocích). Při absenci tohoto portu je nutné zakoupit redukci COMM PORT – USB, aby mohl být propojen terminál s PC.

Při porovnání hodnot kvadratické nestejnoměrnosti příze z měřicích přístrojů QQM-3 a UT 4SX na různých délkových úsečkách, korelační koeficienty potvrzují lineární závislost mezi hodnotami kvadratických nestejnoměrností z přístrojů QQM-3 a UT 4SX u experimentálních přízí v rámci jednoho druhu materiálu.

Některé spektrogramy z přístroje UT 4SX vykazovaly charakteristická spektra, jeden spektrogram vykazoval kupovité spektrum. Všechny charakteristická spektra byla na vlnové délce delší než 4m. Z toho je zřejmé, že spektra způsobuje mechanická závada, nebo chybné seřízení stroje v rámci přípravy pramene. Charakteristická spektra se objevovala i u vytipovaných dobře spřádajících jednotek. Tyto spektra se mohou identifikovat pouze u dostatečně dlouhého proměřeného úseku příze, nemohly být tedy identifikovány přístrojem QQM-3 u *indikačního* měření. Význam spektrogramů je důležitý, jeho výsledky mohou pomoci odhalit příčiny nestejnoměrnosti příze.

Odlišnost principů měření příze přístrojů QQM-3 a UT 4SX zapříčinila odlišné výsledky vad v přízi ( viz. kapitola 2.1.3 Měření nestejnoměrnosti příze). Vyskytovaly se případy, kdy nulové hodnoty silných a slabých míst byly jak u přístroje QQM-3 tak u přístroje UT 4SX. Tato skutečnost svědčí o dobré funkci čističe příze.

Zkušenosti s QQM-3 byly získány ve firmě Kümpers Textil s.r.o. a v KTT-FT-TUL.

## 5. POUŽITÁ LITERATURA

[1] Ursíny, Petr.: PŘEDENÍ II [online databáze].Liberec: TUL- Fakulta textilní - katedra textilních technologií ,2001 [2011-4-21]

Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2007-10-22/10-01-44.pdf>

[2] Předání [online přednášky].Liberec: TUL,[2011-4-28]

Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2006-09-22/11-15-46.pdf>

[3] Furter, R.:Uster Tester 4 Application manual. Zellweger Uster, 2003 [2011-4-20]

[4] VÚB a.s.: Manuál Yarn Quality Anylaser QQM-3[CD].Ústí nad Orlicí: VÚB,2005 [2011-4-11]

[5] Brichtová, Ludmila.:MATEMATIKA 2: *pravděpodobnost a matematická statistika* [online databáze].Prostějov : TUL-Fakulta textilní-katedra technologie a řízení konfekční výroby ,2008 [2011-6-22]

Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2008-07-18/13-11-45.pdf>

[6] Cihlářová, Eva.: Hmotová nestejn timernost délkových a plošných textilií [online databáze].Liberec: TUL-Fakulta textilní- katedra mechanických technologií,2002 [2011-5-19]

Dostupné z <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2007-11-20/12-28-52.pdf>

[7] Moučková, Eva. Ursíny, Petr.: NESTEJNOMĚRNOST TEXTILÍ [online přednášky]. Liberec: TUL-Fakulta textilní- katedra textilních technologií, 2010 [2011-9-30]

Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2011-08-16/14-52-38.pdf>

[8] Benešová, Miroslava.: Vliv směsového poměru na nestejn timernost bavlnářských přízí [online databáze závěrečných prací]. Liberec: TUL-Fakulta textilní- katedra textilních technologií, 2008 [2011-10-3]

Dostupné z: <http://knihovnaopac.tul.cz>

[9] Pauerová Petra.: Hmotová nestejn timernost prstencových a rotorových přízí [online databáze závěrečných prací]. Liberec: TUL-Fakulta textilní,2011 [2011-10-21].

dostupné z: <http://knihovnaopac.tul.cz>

[10] Jirásková, Petra.: Základy textilní a oděvní výroby [online přednášky]. Liberec: TUL-Fakulta textilní-katedra textilních technologií, 2010 [2011-10-14].

Dostupné z <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data>

[11] PŘEDENÍ I [online databáze]. Liberec. TUL-fakulta textilní [2011-10-10]

Dostupné z <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data>

- [12] Dostálová Mirka, Křivánková Mária.: Základy textilní a oděvní výroby [online databáze]. Liberec: TUL-Fakulta textilní -katedra textilních struktur,2001 [2011-10-11].
- [13] Berný, Adam.: Příčné rozměry dvojmo skané příze z různých materiálů[online databáze závěrečných prací]. Liberec: TUL-Fakulta textilní, 2010 [2011-4-25]  
dostupné z: <http://knihovnaopac.tul.cz>

## 6. PŘÍLOHY

Vzhledem k velkému počtu dat budou výsledky všech měření umístěny na příloženém CD. Zde jsou uvedeny pouze hodnoty, z nichž se počítaly korelační koeficienty  $R$ .

Tab. 23 Číslo měření

Rotorový dopřádací stroj	Číslo měření
Stroj č. 3. Jednotka č. 16	5750, 5751, 5752, 5753, 5754
Stroj č. 3. Jednotka č. 10	5755, 5756, 5757, 5758, 5759
Stroj č. 3. Jednotka č. 63	5760, 5761, 5762, 5763, 5764,
Stroj č. 61 jednotka č. 71	5770, 5771, 5772, 5774, 5775
Stroj č. 61 jednotka č. 34	5776, 5777, 5778, 5779, 5780
Stroj č. 61 jednotka č. 19	5794, 5795, 5796, 5797,
Stroj č. 1 jednotka č. 178	5823, 5824, 5825, 5826, 5827
Stroj č. 1 jednotka č. 43	5828, 5829, 5830, 5831, 5832
Stroj č. 1 jednotka č. 115	5833, 5834, 5835, 5836, 5837
Stroj č. 4 jednotka č. 85	5838, 5839, 5840, 5841, 5842
Stroj č. 4 jednotka č. 105	5843, 5844, 5845, 5846, 5847
Stroj č. 4 jednotka č. 86	5848, 5849, 5850, 5851, 5852
Stroj č. 7 jednotka č. 35	5906, 5907, 5908, 5909, 5910
Stroj č. 7 jednotka č. 17	5895, 5896, 5897, 5898, 5899
Stroj č. 7 jednotka č. 97	5901, 5902, 5903, 5904, 5905
Stroj č. 8 jednotka č. 75	5911, 5912, 5913, 5914, 5915
Stroj č. 8 jednotka č. 210	5916, 5917, 5918, 5919, 5920
Stroj č. 8 jednotka č. 187	5921, 5922, 5923, 5924, 5925

Tab. 24 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%] 10000 a QQM-3 CV[%] 10000

Měření	UT 4 CV[%] 10000	QQM-3 CV[%] 10000	Měření	UT 4 CV[%] 10000	QQM-3 CV[%] 10000	Měření	UT CV[%] 10000	QQM-3 CV[%] 10000
5750	2,24	1,11	5824	3,44	1,39	5896	2,3	0,93
5751	4,95	1,98	5825	2,88	0,85	5898	2,09	0,9
5752	3,2	1,75	5826	1,95	0,89	5898a	2,02	0,94
5753	2,52	0,96	5827	2,78	1,19	5899	2,47	0,93
5754	3,37	1,2	5828	2,98	1,04	5901	2,95	1,02
5755	1,82	1,8	5829	2,75	1,09	5902	3,58	1,49
5756	1,33	1,34	5830	3,17	1,26	5903	2,17	1,13
5757	2,66	1,46	5832	2,49	0,94	5904	2,21	1,16
5758	2,88	1,71	5832a	3,41	1,17	5905	1,96	1,24
5759	2,16	1,08	5833	2,3	1,23	5906	2,26	1,16
5760	3,67	1,72	5834	3,26	1,26	5907	2,86	0,96
5761	3,56	1,78	5835	2,3	0,93	5908	2,37	0,93
5762	4,28	1,82	5836	3	1,19	5909	1,96	0,9
5763	4,98	1,98	5837	2,8	1,02	5910	2,14	0,94
5764	4,2	1,8	5838	1,67	0,9	5911	1,7	0,85
5770	1,79	0,78	5839	1,99	1,67	5912	1,32	0,75
5771	2,71	1,2	5840	2,15	0,94	5913	1,52	0,92
5772	1,92	0,79	5841	2,02	1,98	5914	1,87	0,87
5774	1,76	0,72	5842	1,62	1,15	5915	1,43	0,67
5775	2,07	0,75	5843	2,17	1,09	5916	2,34	1,02
5776	1,49	0,7	5844	1,61	0,86	5917	2,22	0,94
5777	2,5	1,01	5845	2,3	1,05	5918	1,68	0,97
5778	1,78	0,56	5846	2,31	1,33	5919	2,72	1,24
5779	2,08	0,81	5847	2,95	1	5920	2,75	1,39
5780	1,97	0,79	5848	2,45	1,04	5921	2,14	1,05
5794	2,54	1,01	5849	2,33	0,85	5922	1,96	0,94
5795	5,44	1,84	5850	1,84	0,82	5923	2,08	0,97
5796	2,7	1,19	5851	2,14	1,08	5924	1,84	1
5797	3,09	1,25	5852	2,12	0,67	5925	1,68	0,78
5823	2,49	1,17	5895	2	1,01			



Tab. 25 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%]  
1000 a QQM-3 CV[%] 1000

Měření	UT 4 CV[%] 1000	QQM-3 CV[%] 1000	Měření	UT 4 CV[%] 1000	QQM-3 CV[%] 1000	Měření	UT CV[%] 1000	QQM-3 CV[%] 1000
5750	4,13	2,24	5824	5,36	2,21	5896	4,11	1,89
5751	6,21	2,83	5825	5,82	2,19	5898	3,93	1,89
5752	4,59	2,73	5826	4,4	1,8	5898a	3,48	1,75
5753	3,91	2,12	5827	4,78	2,12	5899	4,24	1,9
5754	4,66	2,36	5828	5,33	2,01	5901	4,75	2,01
5755	3,92	2,96	5829	5,93	2,32	5902	4,5	2,25
5756	3,48	2,53	5830	5,24	2,17	5903	4,35	2,12
5757	4,3	2,5	5832	5,19	1,94	5904	3,63	1,91
5758	4,41	2,46	5832a	5,26	2,06	5905	3,67	1,91
5759	3,81	2,08	5833	5	2,16	5906	3,55	1,86
5760	5,08	2,46	5834	5,41	2,12	5907	4,12	1,76
5761	5,03	2,76	5835	4,49	1,82	5908	4,06	1,76
5762	5,55	2,83	5836	4,97	2,32	5909	3,71	1,73
5763	6,49	2,91	5837	4,82	1,79	5910	3,39	1,61
5764	5,49	2,55	5838	3,75	1,9	5911	3,03	1,83
5770	2,83	1,49	5839	3,36	2,09	5912	2,48	1,61
5771	3,83	1,9	5840	3,82	1,79	5913	2,8	1,76
5772	3,28	1,54	5841	3,29	2,39	5914	3,13	1,71
5774	2,83	1,48	5842	3,58	1,89	5915	3,1	1,72
5775	3,16	1,46	5843	3,7	1,78	5916	3,65	1,91
5776	2,79	1,38	5844	3,09	1,54	5917	3,68	1,73
5777	3,64	1,65	5845	3,72	1,71	5918	3,21	1,98
5778	2,93	1,35	5846	3,82	1,91	5919	3,97	2,02
5779	3,16	1,39	5847	4,05	1,82	5920	3,95	2,09
5780	3,11	1,46	5848	3,83	1,72	5921	3,65	2,04
5794	3,97	1,95	5849	3,69	1,78	5922	3,59	1,86
5795	6,71	2,99	5850	3,55	1,57	5923	3,84	2,02
5796	4,45	2,2	5851	4	1,89	5924	3,3	1,86
5797	4,13	1,65	5852	3,56	1,56	5925	3,38	1,84
5823	4,8	2,16	5895	3,71	1,83			

Tab. 26 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%]  
3000 a QQM-3 CV[%] 3000

Měření	UT 4 CV[%] 3000	QQM-3 CV[%] 3000	Měření	UT 4 CV[%] 3000	QQM-3 CV[%] 3000	Měření	UT CV[%] 3000	QQM-3 CV[%] 3000
5750	3,44	1,67	5824	4,53	1,83	5896	3,17	1,37
5751	5,68	2,38	5825	4,88	1,69	5898	3,17	1,38
5752	3,89	2,25	5826	3,27	1,37	5898a	2,66	1,28
5753	3,2	1,43	5827	3,75	1,64	5899	3,09	1,38
5754	4,13	1,69	5828	4,22	1,58	5901	4,06	1,56
5755	2,83	2,36	5829	4,61	1,83	5902	4,09	1,89
5756	2,41	1,93	5830	4,28	1,78	5903	3,45	1,67
5757	3,46	1,94	5832	4,31	1,5	5904	2,98	1,54
5758	3,69	2,02	5832a	4,43	1,58	5905	2,9	1,52
5759	2,78	1,54	5833	4,1	1,75	5906	2,68	1,46
5760	4,23	2,09	5834	4,37	1,71	5907	3,37	1,28
5761	4,31	2,27	5835	3,5	1,38	5908	3,42	1,34
5762	4,96	2,31	5836	3,97	1,79	5909	3,01	1,33
5763	5,89	2,49	5837	3,82	1,42	5910	2,66	1,23
5764	4,88	2,1	5838	2,89	1,49	5911	2,36	1,24
5770	2,23	1,08	5839	2,66	1,84	5912	1,87	1,09
5771	3,31	1,58	5840	3,08	1,39	5913	2,22	1,3
5772	2,57	1,15	5841	2,67	2,17	5914	2,45	1,2
5774	2,16	1,04	5842	2,75	1,52	5915	2,25	1,13
5775	2,58	1,02	5843	2,88	1,41	5916	2,98	1,46
5776	2,14	0,96	5844	2,37	1,17	5917	2,98	1,33
5777	3,02	1,35	5845	3,05	1,39	5918	2,34	1,49
5778	2,36	0,92	5846	3,13	1,6	5919	3,45	1,57
5779	2,52	1,05	5847	3,47	1,43	5920	3,47	1,73
5780	2,66	1,09	5848	3,17	1,35	5921	2,75	1,45
5794	3,55	1,46	5849	2,9	1,33	5922	2,55	1,31
5795	6,47	2,5	5850	2,79	1,19	5923	2,91	1,41
5796	4,09	1,69	5851	3,36	1,49	5924	2,48	1,35
5797	3,85	1,35	5852	2,84	1,08	5925	2,54	1,31
5823	4,04	1,71	5895	2,8	1,38			

Tab. 27 Hodnoty pro výpočet závislosti CV na  $T$

Měření	UT 4 CV[%]	T [tex] příze	Měření	UT 4 CV[%]	T [tex] příze	Měření	UT CV[%]	T [tex] příze
5750	10,7	35,71	5824	14,21	20	5896	11,88	29,412
5751	11,8	35,71	5825	14,31	20	5898	11,34	29,412
5752	11,03	35,71	5826	13,88	20	5898a	11,23	29,412
5753	10,84	35,71	5827	14,11	20	5899	11,44	29,412
5754	11	35,71	5828	13,81	20	5901	11,52	29,412
5755	10,78	35,71	5829	14,41	20	5902	12	29,412
5756	10,7	35,71	5830	14,22	20	5903	11,42	29,412
5757	10,88	35,71	5832	14,24	20	5904	11,28	29,412
5758	10,93	35,71	5832a	14,13	20	5905	11,17	29,412
5759	10,64	35,71	5833	13,94	20	5906	10,87	29,412
5760	11,55	35,71	5834	14,14	20	5907	11,05	29,412
5761	11,53	35,71	5835	13,74	20	5908	10,96	29,412
5762	11,89	35,71	5836	13,94	20	5909	10,87	29,412
5763	11,31	35,71	5837	13,83	20	5910	11,89	29,412
5764	11,86	35,71	5838	11,18	50	5911	11,46	35,71
5770	9,22	100	5839	10,99	50	5912	11,3	35,71
5771	9,69	100	5840	11,41	50	5913	11,51	35,71
5772	9,4	100	5841	10,98	50	5914	11,75	35,71
5774	9,15	100	5842	11,14	50	5915	11,78	35,71
5775	9,33	100	5843	11,12	50	5916	11,03	35,71
5776	9,05	100	5844	11,09	50	5917	11,02	35,71
5777	9,72	100	5845	11,26	50	5918	10,83	35,71
5778	9,4	100	5846	11,42	50	5919	11,31	35,71
5779	9,5	100	5847	11,5	50	5920	11,19	35,71
5780	9,22	100	5848	11,03	50	5921	11,08	35,71
5794	9,63	100	5849	10,97	50	5922	11,07	35,71
5795	9,66	100	5850	10,91	50	5923	11,32	35,71
5796	9,66	100	5851	11,03	50	5924	10,98	35,71
5797	9,73	100	5852	10,98	50	5925	10,94	35,71
5823	14,02	20	5895	11,27	29,412			

Tab. 28 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%] 10 a QQM-3 CV[%] 10

Měření	UT 4 CV[%] 10	QQM-3 CV[%] 10	Měření	UT 4 CV[%] 10	QQM-3 CV[%] 10	Měření	UT CV[%] 10	QQM-3 CV[%] 10
5750	10,7	8,67	5824	14,21	8,07	5896	11,48	8,48
5751	11,8	8,73	5825	14,31	8,03	5898	11,34	8,37
5752	11,03	8,77	5826	13,88	8,09	5898a	11,23	8,44
5753	10,84	8,44	5827	14,11	8,06	5899	11,44	8,39
5754	11	8,62	5828	13,81	7,42	5901	11,52	8,33
5755	10,78	9,44	5829	14,41	8,03	5902	11,57	8,4
5756	10,7	8,11	5830	14,22	8,37	5903	11,42	8,84
5757	10,88	7,88	5832	14,24	7,99	5904	11,28	8,28
5758	10,93	7,55	5832a	14,13	8,26	5905	11,17	8,11
5759	10,64	7,4	5833	13,94	7,43	5906	10,87	7,96
5760	11,55	8,51	5834	14,14	7,77	5907	11,05	8,33
5761	11,53	8,87	5835	13,74	7,55	5908	10,96	8,28
5762	11,89	9,12	5836	13,94	8,93	5909	10,87	8,16
5763	12,31	9	5837	13,83	7,76	5910	10,89	8,28
5764	11,86	9,04	5838	11,18	8,13	5911	11,46	10,35
5770	9,22	6,99	5839	10,99	7,38	5912	11,3	9,73
5771	9,69	6,94	5840	11,41	7,44	5913	11,51	9,75
5772	9,4	6,91	5841	10,98	7,73	5914	11,75	9,77
5774	9,35	7,08	5842	11,14	7,62	5915	11,78	9,77
5775	9,33	7,03	5843	11,12	7,31	5916	11,03	9,17
5776	9,6	8,14	5844	11,09	7,64	5917	11,02	9,11
5777	9,72	8,2	5845	11,26	7,7	5918	10,83	9,4
5778	9,4	8,09	5846	11,42	7,55	5919	11,31	9,48
5779	9,77	8,1	5847	11,5	7,59	5920	11,19	9,3
5780	9,52	8,14	5848	11,03	7,29	5921	11,08	10,11
5794	9,63	8,88	5849	10,97	8,36	5922	11,07	9,14
5795	11,25	9,52	5850	10,91	7,7	5923	11,32	9,23
5796	9,66	9,08	5851	11,03	7,75	5924	10,98	9,07
5797	9,68	8,63	5852	10,98	7,58	5925	10,94	9,26
5823	14,02	5,55	5895	11,27	8,29			

Tab. 29 Hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu na délkové úsečce UT 4 CV[%]  
10 a QQM-3 CV[%] 2

Měření	UT 4 CV[%] 10	QQM-3 CV[%] 2	Měření	UT 4 CV[%] 10	QQM-3 CV[%] 2	Měření	UT CV[%] 10	QQM-3 CV[%] 2
5750	10,7	11,17	5824	14,21	10,37	5896	11,48	11,08
5751	11,8	11,05	5825	14,31	10,33	5898	11,34	10,96
5752	11,03	11,19	5826	13,88	10,42	5898a	11,23	11,05
5753	10,84	10,86	5827	14,11	10,31	5899	11,44	10,96
5754	11	11,11	5828	13,81	9,58	5901	11,52	10,82
5755	10,78	12,17	5829	14,41	10,25	5902	11,57	11,05
5756	10,7	10,41	5830	14,22	10,75	5903	11,42	11,65
5757	10,88	10,42	5832	14,24	10,3	5904	11,28	10,76
5758	10,93	9,82	5832a	14,13	10,7	5905	11,17	10,56
5759	10,64	9,7	5833	13,94	9,68	5906	10,87	10,4
5760	11,55	10,97	5834	14,14	10,07	5907	11,05	10,79
5761	11,53	11,32	5835	13,74	9,84	5908	10,96	10,7
5762	11,89	11,58	5836	13,94	11,56	5909	10,87	10,56
5763	12,31	11,42	5837	13,83	10,08	5910	10,89	10,75
5764	11,86	11,54	5838	11,18	10,68	5911	11,46	13,25
5770	9,22	8,78	5839	10,99	9,67	5912	11,3	12,32
5771	9,69	8,69	5840	11,41	9,79	5913	11,51	12,42
5772	9,4	8,72	5841	10,98	10,04	5914	11,75	12,35
5774	9,35	8,93	5842	11,14	9,97	5915	11,78	12,38
5775	9,33	8,89	5843	11,12	9,62	5916	11,03	11,67
5776	9,6	9,99	5844	11,09	10,09	5917	11,02	11,61
5777	9,72	10,08	5845	11,26	10,09	5918	10,83	11,99
5778	9,4	9,93	5846	11,42	9,89	5919	11,31	12,09
5779	9,77	9,93	5847	11,5	9,97	5920	11,19	11,86
5780	9,52	10,03	5848	11,03	9,56	5921	11,08	12,79
5794	9,63	10,46	5849	10,97	10,83	5922	11,07	11,6
5795	11,25	11	5850	10,91	10,04	5923	11,32	11,69
5796	9,66	10,65	5851	11,03	10,04	5924	10,98	11,54
5797	9,68	10,34	5852	10,98	9,89	5925	10,94	11,75
5823	14,02	9,71	5895	11,27	10,85			